

I. *Ueber das Entstehen und Verschwinden des
Magnetismus in Elektromagneten;
von W. Beetz.*

(Mitgetheilt in der Sectionssitzung der Schweizerischen naturforschenden
Gesellschaft am 3. August 1858.)

Geschichtliches.

1. **D**afs weder das Entstehen noch das Verschwinden des Magnetismus in einem Eisenkerne augenblicklich mit dem Schliessen und Oeffnen des erregenden Stromes stattfindet, ist zwar allgemein beobachtet worden, über die Umstände aber, welche auf diese Erscheinung einfließen und über die Gründe, denen dieselbe zuzuschreiben ist, sind nur sehr vereinzelte Angaben vorhanden. Besonders haben die grofsen Elektromagnete, welche in neuerer Zeit vielfach in Anwendung gekommen sind, die besprochenen Verzögerungen in höchst auffallender Weise gezeigt. Hr. Faraday¹⁾ fand die Zeit, in welcher der Elektromagnet seinen vollen Magnetismus annahm, verschieden, je nach der Zeit, während welcher er aufser Gebrauch war. Bei einer ersten Anwendung nach einer Ruhe von 2 bis 3 Tagen betrug diese Zeit 80 bis 90 Sekunden und mehr; nach einer Oeffnung und unmittelbar darauf folgenden Schließung des Stromes nur 20 bis 30 Sekunden; bei einer folgenden Oeffnung und sogleich folgenden Schließung noch kürzere Zeit, und wenn der Strom eine Zeit lang immer abwechselnd geöffnet und geschlossen wurde, so schien der Magnet im-

1) Exp. Res. 2650.*

mer sogleich seine volle Kraft anzunehmen. Diese Zeit, sagt er an einer anderen Stelle, ¹⁾ ist wahrscheinlich länger bei nicht gekühltem als bei sehr gut und vollkommen gekühltem Eisen. Auch werden die letzten Antheile von Magnetismus, welche ein gegebener Strom in einem gewissen Eisenkern entwickeln kann, anscheinend langsamer angenommen als die ersten, und diese Antheile (oder der Zustand des Eisens, welchem sie zuzuschreiben sind) scheinen auch langsamer verloren zu werden, als die anderen Antheile der Kraft. Hr. Faraday sieht demnach den Grund der Erscheinung, daß Zeit zum Entstehen und Verschwinden des Magnetismus nöthig ist, in einer Eigenthümlichkeit des Eisens selbst, etwa in einer Trägheit der Theilchen, mit welcher sie der Annahme einer neuen Anordnung widerstreben.

2. Andererseits hat schon früher Hr. Magnus ²⁾ gezeigt, daß auf die Dauer des Entstehens und Verschwindens des Magnetismus die Beschaffenheit des Leitungsdrahtes, mit welchem der Eisenkern umwunden ist, einen wesentlichen Einfluss hat. Der Anker haftete an Magneten mit kurzen Leitungsdrähten fast momentan, weil die wenigen Windungen nur einen schwachen, dem Entstehen des Magnetismus entgegenwirkenden Inductionsstrom zu Stande kommen ließen, während bei oft umgewundenen Leitungsdrähten die Zunahme des Magnetismus nur eine allmähliche war. Ebenso fiel der Anker eines mit langen Drähten umwundenen Elektromagnets regelmäsig ab, wenn die Richtung des Stromes umgekehrt wurde; war aber der Leitungsdraht kurz, so blieb er wohl haften, aber mit geringerer Kraft, als bei bloßer Unterbrechung des Stromes. Wenn nämlich der entgegengesetzte Strom eintritt, so ist im Leiter noch immer der Strom in früherer Richtung vorhanden, entstanden durch die Induction beim langsamen Verschwinden des Magnetismus im weichen Eisen. Dieser Inductionsstrom ist ein stärkerer, wenn das Eisen von vielen, als

1) Exp. Res. 2332.*

2) Diese Ann. XXXVIII, 433.*

wen
Indu
sein
Die
ter
nich
dan
groß
Abf
dies
Ent
zu
tere
dab
Ext
mäh
läng
gen
dies
für
Rüc
Der
meh
Eise
dah
tism
schl
män

net
Hi
An
glei
geä
mag
ein
1)

wenn es von wenigen Windungen umgeben ist. Hebt der Inductionsstrom den entgegengesetzten primären, welcher zu seinem Entstehen Zeit bedarf, auf, so fällt der Anker ab. Diese Aufhebung kann also bei den langen Drähten leichter vollständig eintreten, als bei kurzen, aber auch dann nicht im Momente der Stromunterbrechung, sondern erst dann, wenn beide Ströme einander gleich sind. Bei einem grossen Magnet fand Hr. Magnus diese Verzögerung des Abfallens nach der Stromumkehrung = 4 Sekunden. Bei dieser Erklärungsweise ist wesentlich die Verzögerung des Entstehens des Magnetismus von der des Verschwindens zu unterscheiden. Für das Entstehen bleibt sie ohne Weiteres richtig, man mag dem Eisenkern selbst eine Rolle dabei zutheilen oder nicht, denn die Schliessung ruft einen Extracurrent hervor, welcher den primären Strom nur allmählich anwachsen läßt und zwar um so allmählicher, je länger die Drähte sind, je gröfser die Anzahl der Windungen ist. Bei der Unterbrechung des Stromes dagegen kommt dieser Extrastrom garnicht zu Stande, weil ja keine Leitung für ihn vorhanden ist; man mufs also auf den Eisenkern Rücksicht nehmen, und so hat es Hr. Magnus auch gethan. Der Magnetismus verschwindet langsam, aber nun nicht mehr wegen jenes Extracurrents, sondern aus einem im Eisenkern selbst zu suchenden Grunde, welcher einstweilen dahingestellt bleibt; erst dieses Verschwinden des Magnetismus bringt den neuen Inductionsstrom in der wieder geschlossenen Leitung hervor, welcher dem entstehenden primären Strome entgegenwirkt.

3. Während bei diesen Versuchen die Gestalt der magnetisirenden Spirale verändert werden mufste, fand Hr. Hipp¹⁾ auch dann einen Unterschied in der Zeit der Ankeranziehung, wenn bei gleichbleibender Spirale und gleichbleibender Stromintensität die Quelle der Elektrizität geändert wurde. Diese Zeit betrug bei demselben Elektromagnet 36 Tausendstel Sekunden, wenn der Elektromotor eine zwölfpaarige Säule war, dagegen 58 Tausendstel Se-

1) Mith. d. Berner naturf. Ges. 1855. S. 190.*

kunden, wenn ein einfaches Element. Dieser Unterschied zeigte sich jedoch nur, wenn die Spannfeder, welche den Anker vom Magnet entfernt hielt, so stark gespannt war, dafs sie dem Magnetismus fast das Gleichgewicht hielt. Ich habe gezeigt, ¹⁾ dafs auch dieser Zeitunterschied in dem verschiedenen Anwachsen des magnetisirenden Stromes seinen Grund hat, welcher durch die Gröfse des bei der Stromschliessung entstehenden Extracurrents bedingt wird. Bezeichnet J die Intensität des magnetisirenden Stromes, R den Gesamtwiderstand der Leitung, P das Potential der magnetisirenden Spirale auf sich selbst, so ist die Stärke des inducirten Stromes proportional

$$\frac{P}{R} J.$$

Bei den im vorigen Paragraphen besprochenen Versuchen ist P veränderlich, R dürfte constant seyn (was indess dort nicht gerade herbeigeführt war), bei der hier vorliegenden ist R veränderlich, aber P constant; nur wenn $\frac{P}{R}$ unverändert bleibt, ist weder die Gestalt der magnetisirenden Spirale, noch der Widerstand der Leitung von Einflufs auf die Entstehungszeit des Magnetismus. Auch bei dieser Betrachtung ist es vollkommen gleichgültig gelassen, ob das Eisen selbst einen Theil der Schuld der Verzögerung trage, da die Erscheinungen ganz denselben Gang gehen, wenn der Inductionsstrom nicht nur durch die Veränderung des Potentials der Spirale auf sich selbst, sondern zugleich durch die des Potentials des Magnets auf die Spirale erregt wird.

4. Anders verhält es sich mit der Beobachtung, welche Hr. Helmholtz ²⁾ gemacht hat, dafs, wenn in eine magnetisirende Spirale ein Bündel von ganz dünnen Eisen-drähten gesteckt und darüber eine secundäre Spirale geschoben wird, sich ebensowenig nach irgend einer mefsbaren Zeit, vom Augenblick der Unterbrechung des mag-

1) Diese Ann. CII, 557*

2) Diese Ann. LXXXIII, 535.*

netis
der
in
Drä
aug
Stro
gew
mag
Inw
Eise
dabi
däre
eine
des
die
Ma
ria
dies
hier
wen
nach
hol
viell
war
Indu
folg
Unt
nem
nich
zen
Ob

dafs

1)
2)
3)
4)

netisirenden Stromes an gerechnet, ein Inductionsstrom in der secundären Spirale vorfindet, als wenn gar kein Eisen in die Rolle gelegt worden wäre. Aus diesen dünnen Drähten verschwindet also der Magnetismus so gut wie augenblicklich, während sich in festen Eisenkernen bei der Stromunterbrechung inducirte Ströme bilden, welche eine gewisse Zeit dauern und das Eisen in demselben Sinne magnetisirt erhalten, als es der ursprüngliche Strom that. Inwiefern auch andere Einflüsse, z. B. die Mischung des Eisens, gleichzeitig mitwirken, bleibt hierbei wiederum dahingestellt. Die Bemerkung, dafs sich in einer secundären Spirale noch ein Inductionsstrom zeige, wenn dieselbe eine merkliche Zeit nach der Oeffnung oder Schliessung des primären geschlossen wird, haben übrigens schon früher die HH. Marianini,¹⁾ du Bois Reymond²⁾ und Matteucci³⁾ gemacht. Bei den Versuchen von Marianini waren keine Eisenkerne in den Spiralen, so dafs dieselben, auch abgesehen von sonstigen Fehlerquellen, nicht hierher gehören; du Bois-Reymond fand auch bei Anwendung einer Drahteinlage eine inducirende Nachwirkung nach der Oeffnung des inducirenden Stromes; wie Helmholtz vermuthet, wegen mangelhafter Isolation der Rollen, vielleicht nur deshalb, weil die Drähte nicht dünn genug waren; er unterscheidet aber den der Schliessung folgenden Inductionsstrom als sehr schwach von dem der Oeffnung folgenden, den er stark nennt. Bei den hier besprochenen Unterschieden in der Zeit, welche der Magnetismus zu seinem Verschwinden bedarf, ist das Zustandekommen oder nicht Zustandekommen von inducirten Strömen in der ganzen Masse des Eisenkernes, oder in seiner cylindrischen Oberfläche das Entscheidende.

5. Der schon von Sturgeon⁴⁾ erwähnte Umstand, dafs die Stromintensität einer magnetoelektrischen Maschine

1) *Ann. d. chim. et d. phys.* XI, pag. 395.*

2) *Unters. über thier. El.* I, 423;*

3) *Arch. d. sc. phys. et nat.* V, 55.*

4) *Sturgeon, Ann. of Electr.* II, pag. 1.*

nicht im Verhältniß der Drehungsgeschwindigkeit wächst, ist bald durch eine Eigenthümlichkeit des Eisens, bald durch eine Inductionswirkung erklärt worden. Hr. W. Weber ¹⁾ benutzt seine mit dem Rotationsinductor angestellten Versuche, um einen Schlufs auf die Beweglichkeit des Magnetismus im weichen Eisen zu ziehen. Der Magnetismus im weichen Eisen braucht längere Zeit, um bei Umkehrung der Pole die neue Gleichgewichtslage anzunehmen, als die Elektrizität im Kupferdraht, um beim Stromwechsel die entgegengesetzte Richtung. Die Herstellung des magnetischen Gleichgewichtes nach einer gröfseren Störung erfordert mehr Zeit, als nach einer geringeren. Hierbei handelt es sich also um die Geschwindigkeit der Scheidung der Magnetismen oder, um die Redeweise, welcher Hr. Weber ²⁾ später selbst den Vorzug gegeben hat, anzunehmen, um die Geschwindigkeit, mit welcher die drehbaren Molecularmagnete und folglich auch die drehbaren Molecularströme ihre neue Richtung annehmen. Dagegen hat Hr. Lenz ³⁾ ganz von diesem im Eisenkerne selbst zu suchenden Grunde abgesehen. Nach ihm entsteht der Mangel an Proportionalität zwischen Stromstärke und Drehungsgeschwindigkeit dadurch, dafs die in den Spiralen erzeugten wechselnden Ströme im Eisenkern wechselnden secundären Magnetismus erzeugen, der wieder einen secundären Strom in der Spirale hervorbringt, dessen Maxima aber nicht mit den Maximis des zuerst inducirten Stromes zusammenfallen, so dafs für eine jede Drehungsgeschwindigkeit eine andere Commutatorstellung nöthig wird, um das Maximum der Stromstärke zu erreichen. Dieser Anschauungsweise hat sich Hr. Koosen ⁴⁾ angeschlossen, Hr. Lenz ⁵⁾ hat sie weiter ausgeführt, dagegen hat Hr. Sinstedten ⁶⁾ die für dieselbe

1) Result. d. magn. Versuche, 1838. S. 118. *

2) Electrodynam. Maafsbestimmungen. Abhandl. der Königl. Sächs. Ges. d. Wissensch. 1852. S. 564 – 570. *

3) Diese Ann. LXXVI, 494. *

4) Ebend. LXXXVII, 386. *

5) Ebend. XCH, 128. *

6) Ebend. LXXXIV, 181. *

beig
erka
welc
setzt

chen
die
gisch
vers
höre
bün
gem
aber
über
gem
Zeit
Mag
den
Gar
gen
im
leg
mei
die
glei

ma
len
die
Eis
En

1
2
3
4

beigebrachten Gründe und Versuche nicht als bindend anerkannt und ist bei der älteren Annahme einer Trägheit, welche das Eisen der Annahme des Magnetismus entgegengesetzt, stehen geblieben.

6. Ueber die Vorgänge, welche in allen vorher besprochenen Fällen stattfinden, wird ein bedeutendes Licht durch die Vergleichung der galvanometrischen und der physiologischen Wirkung inducirter Ströme, während die Spirale verschiedene Eiseneinlagen enthält, verbreitet. Hierher gehören die Beobachtungen über die Wirkung der Eisendrahtbündel, welche von Boehhoffner ¹⁾ und Sturgeon ²⁾ gemacht und von Magnus ³⁾ erklärt wurden, besonders aber die ausgedehnten Untersuchungen, welche Hr. Dove ⁴⁾ über die Induction durch elektromagnetisirtes Eisen bekannt gemacht hat. Wenn auch durch diese Versuche gar keine Zeitbestimmungen für das Entstehen und Verschwinden des Magnetismus aus verschiedenen Eisenkernen gegeben werden, so erwecken sie doch eine klare Vorstellung von dem Gange der Curven, welchen die durch diese Veränderungen hervorgebrachten Inductionsströme befolgen. Ich werde im Verlauf der nachstehenden Untersuchungen öfter Gelegenheit haben, darauf hinzuweisen, wie genau sich die aus meinen messenden Bestimmungen gezogenen Schlüsse an diejenigen anschließen, welche Hr. Dove seinen nur vergleichenden Versuchen entnommen hat.

Gang der Versuche.

7. In meiner obenerwähnten Arbeit über die elektromagnetische Wirkung Volta'scher Ströme verschiedener Quellen habe ich eine Methode beschrieben, durch welche ich die Veränderung, welche der magnetische Zustand eines Eisenkernes während einer kleinen meßbaren Zeit seines Entstehens erlitt, beobachtete, indem ich den während die-

1) *Sturgeon, Ann. of Electr. I, pag. 496.**

2) *Ebend. pag. 479.**

3) *Diese Ann. XLVIII, 95.**

4) *Abhandl. d. Berl. Akad. Phys.-math. Kl. 1841. S 85.**

ser Zeit erzeugten Inductionsstrom mafs. Von dieser Methode habe ich zwar im Allgemeinen auch jetzt Gebrauch gemacht, bin aber aus mehreren Gründen genöthigt gewesen, von derselben abzuweichen. Es sollte nämlich nicht nur der Gang untersucht werden, welchen der Magnetismus bei seinem Entstehen, sondern auch bei seinem Verschwinden befolgt, und dazu waren die bisher gebrauchten Vorrichtungen nicht eingerichtet. Ferner konnte ich den Eisenkern, dessen magnetischer Zustand geprüft werden sollte, nicht mehr benutzen, um ihn selbst durch Anziehung eines kleinen Eisenankers den einmal geschlossenen Strom auch fernerhin geschlossen halten zu lassen, weil der Magnetismus dieses Kernes in vielen Fällen zu schwach war, um eine hinreichend schnelle Bewegung des Ankers zu veranlassen. Hierzu kommt noch, dafs den früheren Versuchen, welche ich gleich als vorläufige bezeichnet habe, noch nicht derjenige Grad von Genauigkeit gegeben war, der durch Einführung noch einiger Vorsichtsmafsregeln zu erlangen ist. Der Apparat hat sich dadurch so verändert, dafs ich ihn im Zusammenhange, die früher schon gebrauchten Theile inbegriffen, beschreiben mufs.

8. Die magnetisirende Spirale SS (Fig. 1 Taf. IV) liegt in der Regel zwischen zweien horizontalen Holzleisten in der Ostwestrichtung, so dafs ihre Axe auf das Ende einer in einem Glaskasten aufgehängten Magnetnadel M hinweist, und ihre Entfernung von diesem Nadelende an den Leisten abgelesen werden kann. Die Drähte dieser Spirale führen zur Hauptbatterie p und schliessen einen Widerstandsmesser W_2 , eine Tangentenbussole mit wenigen Windungen T und einen Commutator C ein, der die Leitung mit einem Relais ¹⁾ r in Verbindung setzt. Ist der Elektromagnet dieses Relais unmagnetisch, so liegt das Leiterstück q , wel-

1) Ich beschreibe das Relais hier nur seinen wesentlichen Theilen nach. Ich fand eine meinem Zweck durchaus entsprechende Vorrichtung in den magnetischen Relais, welche nach Herrn Hipp's Angabe in der eidgenössischen Telegraphenwerkstätte zum Telegraphiren mit Inductionsströmen angefertigt werden.

ches den Anker trägt, nach links hin, aber nicht durch Federkraft so fest gegen sein Widerlager gedrückt, daß es, wenn man es gegen das rechte Widerlager hinüberführt, zurückfiele. Vielmehr ist das Leiterstück q mit seinem Anker so in ein labiles Gleichgewicht gebracht, daß es, wenn es nach irgend einer Seite hin gestossen worden ist, auf dieser liegen bleibt. Die Contactstellen sind aus Platin gefertigt. In der Zeichnung ist die Leitung der Hauptbatterie (welche durch einen voll ausgezeichneten Strich angedeutet ist) geschlossen. Sie könnte auf zwei verschiedene Weisen unterbrochen werden, entweder dadurch, daß man den Commutator C umsetzt, oder dadurch, daß man den Relaiseisenkern magnetisch macht und dadurch q gegen das rechte Widerlager legt. Geschieht beides zugleich, so ist die Leitung wiederum geschlossen.

9. Wenn es sich darum handelt den Einfluß kennen zu lernen, welchen die Beschaffenheit des in die Spirale SS geschobenen Eisenkernes auf das Entstehen und Verschwinden des Magnetismus ausübt, und wenn man dabei davon ausgehen will, daß zwei verschiedene Eisenkerne ein gleiches magnetisches Moment haben, so muß die Stromstärke der magnetisirenden Batterie mittelst des Widerstandsmessers w_2 geändert werden. Hierdurch wird aber auch der Widerstand geändert, welche der in der Spirale entstehende Extracurrent zu überwinden hat, so daß der in §. 3. erwähnten Bedingung, daß das Verhältniß des Potentials der Spirale auf sich selbst zum Widerstand constant bleiben muß, nicht mehr genügt wird. Um dies Verhältniß immer constant zu halten, so lange zwei Kerne mit einander verglichen werden, wurde folgende Vorrichtung angebracht, deren Sinn am besten aus Fig. 2 Taf. IV erhellt. Die Leitung (aus welcher die für diese Betrachtung nicht nöthigen Theile fortgelassen sind) geht wieder von der Batterie p durch den Widerstandsmesser w_2 zur Spirale SS und zurück. Eine Zweigleitung enthält aber einen zweiten Widerstandsmesser w_1 . Für den primären Strom ist die Strecke von A bis B durch p und w_2 die unverzweigte Leitung, die

Zweige sind Aw_1B und $ASSB$. Wird der Widerstand in w_2 vergrößert, so nimmt die Stromstärke in SS ab, wird der Widerstand in w_1 verkleinert, so nimmt die Stromstärke auch ab. Für den Extracurrent ist die unverzweigte Leitung $ASSB$, die Zweige sind Aw_1B und Aw_2B . Wenn man daher die beiden Widerstände w_1 und w_2 in entgegengesetztem Sinne so verändert, daß der Gesamtwiderstand dieser beiden Zweige unverändert bleibt (also daß, wenn der Widerstand der Batterie w_p heisst, und der der Zuleitungsdrähte, in den der eingeschlossene Widerstandsmesser eingerechnet wird,

$$\frac{(w_p + w_2) w_1}{w_p + w_2 + w_1}$$

unverändert bleibt), so kann die primäre Stromstärke vergrößert oder verkleinert werden, ohne daß der Extracurrent einen anderen Widerstand zu überwinden hätte. Sollten also zwei Eisenkerne mit einander verglichen werden, so wurde zuerst der eine in die Spirale gelegt und die durch ihn erzeugte Ablenkung des Magnets M beobachtet. Dann wurde der Kern durch den anderen ersetzt und w_1 und w_2 wurden so lange verändert bis die Ablenkung von M wieder dieselbe war, ohne daß der gesammte Leitungswiderstand verändert wäre. Wenn verschiedene Spiralen ohne Eisenkerne, oder solche Kerne, welche sich nicht auf den §. 8. erwähnten Leisten anbringen ließen, verglichen wurden, so fand die Beobachtung der magnetischen Ablenkung nicht statt; die Widerstände wurden dann so lange geändert, bis der gesammte Inductionsstrom, der in ein und derselben Nebenspirale beim Unterbrechen des Hauptstromes erregt wurde, dieselbe GröÙe hatte, dieser Hauptstrom mochte durch die eine oder durch die andere Leitung gehen.

10. Um zu prüfen, ob der im vorigen Paragraphen gestellten Bedingung genügt ist, schalte ich die Hauptbatterie, insofern sie elektromotorisch wirkt, aus der Leitung aus, lasse sie aber, insofern sie als Widerstand wirkt, darin, d. h. ich setze sie immer aus einer geraden Anzahl von

Elementen zusammen, welche hintereinander in gleichem Sinne verbunden sind, so lange sie elektromotorisch wirken soll, von denen dagegen die eine Hälfte der anderen in entgegengesetztem Sinne gegenüber gestellt wird, wenn sie blofs als Widerstand gebraucht werden. Die elektromotorischen Kräfte beider Hälften heben sich dann wohl nicht vollständig auf, ich habe mich aber überzeugt, dafs der Rest vollkommen vernachlässigt werden darf. Als neuer Elektromotor wird dann eine einfache Grove'sche Kette in den Theil der Leitung eingeführt, welcher für den Extracurrent unverzweigt ist, etwa bei k ; dann mufs die Tangentenbussole T bei den verschiedenen Stellungen, welche man den Widerstandsmessern giebt, immer die gleiche Stromstärke angeben. Die Ausführung dieses Planes ist wieder in Fig. 1 Taf. IV ersichtlich, wo die Wippe N mit Leichtigkeit die eine Verbindung in die andere verwandelt. Jeder der zehn Quecksilbernäpfe ist mit dem gegenüber liegenden leitend verbunden. Klappt die Wippe nach der der Batterie zugekehrten Seite herüber, so wirkt p elektromotorisch, k ist dagegen garnicht in der Leitung. Der Zweigdraht, welcher nach w_1 führt, ist durch eine Schlangenlinie angedeutet. Mit Hülfe der Schemas Fig. 2 Taf. IV wird das Spiel der Wippe soweit klar seyn, dafs man sieht, wie bei deren Umschlagen nach der von der Batterie abgekehrten Seite k in die Leitung eintritt und die beiden Hälften von p in entgegengesetztem Sinne mit einander verbunden werden.

11. Das Schliessen und Oeffnen des Hauptstromes geschieht immer auf dieselbe Weise, nämlich dadurch, dafs die Lokalbatterie l geschlossen, dadurch der Eisenkern des Relais magnetisch gemacht und der Anker q nach rechts herüber gezogen wird. Das Zurücklegen von q nach der linken Seite geschah durch eine besondere Hebelvorrichtung, um die Art des Contactes so viel als möglich unverändert zu erhalten. Ob das Anziehen von q Schliessung oder Oeffnung bedingt, hängt von der Stellung des Commutators ab. Das Schliessen der Lokalbatterie wird durch zwei Contacte bewirkt: zuerst mufs die Wippe Q nach

der in der Zeichnung nach oben gerichteten Seite umgelegt seyn, dann muß die Feder *b* die Metalleinlage des Elfenbeincylinders berühren, welche durch die metallene Platte und den Knopf *D* mit der Rotationsaxe und der Feder *a* in leitender Verbindung steht. Wenn der Cylinder rotirt, so wird die Relaisleitung (in der Zeichnung aus kleinen Strichen zusammengesetzt) dann geschlossen, wenn die Feder *b* zum ersten Male über den Metalleinsatz schleift, nachdem die Wippe auf die vorher angegebene Weise umgeschlagen ist.

12. Während die Wippe *Q* nach der anderen Seite hin liegt, schließt sie eine (durch Punkte und Striche angedeutete) Leitung, welche zur Hauptbatterie führt, und einen Widerstandsmesser *w* ein, der so gestellt wird, daß sein Widerstand annähernd gleich ist demjenigen, den die Batterie zu erleiden hat, wenn die Spirale *SS* und die Widerstände w_1 und w_2 eingeschaltet sind. Da nämlich der Gegenstrom der Schließung, wie die HH. Edlund ¹⁾ und Rijke ²⁾ gefunden haben, unter sonst gleichen Umständen deshalb stärker ausfällt als der Schließungsstrom, weil selbst eine sogenannte constante Batterie, nachdem sie längere Zeit hindurch geöffnet war, eine größere elektromotorische Kraft hat, als nach eingetretener Polarisation; so muß jedesmal, wenn die Wirkung eines Schließungsstromes untersucht werden soll, der Hauptstrom vorher durch diese Nebenleitung geschlossen gehalten werden. Natürlich wird der Widerstandsmesser *w* geöffnet, wenn ein Oeffnungsstrom untersucht oder die in §§. 9 und 10 angegebene Widerstandsprüfung vorgenommen werden soll.

13. Auf die Magnetisirungsspirale ist eine andere, die Inductionsspirale *R* geschoben, in der Zeichnung als ein aus wenigen Windungen gebildeter Ring angedeutet. Sie ist gegen die Hauptspirale sorgfältig durch Guttapercha isolirt; ebenso sind die von dieser Inductionsspirale ausgehenden Leitungsdrähte in Guttapercharöhren gesteckt. In der

1) Diese Ann. LXXVII, 161.*

2) Ebend. CII, 490.*

Zeichnung sind sie durch punktirte Linien dargestellt. Der durch irgend welche inducirende Umstände in der Spirale *R* erregte Strom wirkt nur so lange auf die Spiegelbussole *B*, als die Feder *d* über den Metalleinsatz des Elfenbeincylinders schleift und dadurch die Verbindung mit *c* herstellt. Die Ablenkung des Bussolspiegels wird mit Scala und Fernrohr *F* abgelesen.

14. Die Einrichtung des rotirenden Cylinders ist im Ganzen dieselbe, wie ich sie in meiner oben angezogenen Arbeit beschrieben habe. Die eine Hälfte desselben, vom Zahnrade *z* bis zur Gränzfläche *i*, sitzt auf der Axe des Rotationsapparates fest; die andere Hälfte von da bis zum Knopf *D* ist gegen jene drehbar, die Drehung wird durch eine Theilung gemessen und das drehbare Stück des Cylinders gegen das feste durch die Schraube *D* festgestellt. Der Metalleinsatz über welchen *b* schleift ist wieder 10° breit, der andere aber, über welchen *d* schleift, nur 5° . Das Rad *z* hat 60 Zähne. Der Apparat wird so gedreht, dafs die Zähne, indem sie gegen die leichte Feder *e* anschlagen, denselben Ton geben, mit welchem eine auf den Tisch festgeschraubte Stimmgabel *t* tönt. Dieser Ton ist $\bar{a} = 428$ Erschütterungen in der Sekunde. Der Cylinder bewegt sich demnach um 1 Grad während 0,00039 Sek.; um 5 Grad während 0,00195 Sek., also nahe während 2 Tausendstel Sekunden.

15. Die Spiegelbussole benutzte ich nie zur unmittelbaren Tangenten-Ablesung, welche einem Ablenkungswinkel über 3° entsprachen. Da aber sehr verschiedene Stromintensitäten zu beobachten waren, so mußten für gröfsere die Multiplicatoren von der den Stahlspiegel enthaltenden Kapsel weiter entfernt werden. Durch vorläufige Versuche waren die Factoren bestimmt, mit denen die abgelesenen Zahlen multiplicirt werden mußten, um sie mit denen vergleichen zu können, welche bei der normalen Multiplicatorstellung abgelesen wurden. Zuweilen liefs ich auch, ohne die Multiplicatoren zu entfernen, die erste Spiegelschwankung vorübergehen und berechnete dieselbe aus der zweiten

Schwankung, wozu das logarithmische Decrement vorher bestimmt war. In den nachfolgenden Versuchsreihen sind gleich diese übertragenen Werthe angegeben, so daß dieselben also immer unter einander vergleichbar sind.

16. Als magnetisirende Spiralen wurden angewandt:

Spirale I: 384 Windungen in 3 Lagen, Länge 14,5 Centim., innerer Durchmesser 2,5 Centim., Drahtdicke 1 Millim.;

Spirale II: 22 Windungen in 1 Lage, Länge 4 Centim., innerer Durchmesser 2,5 Centim., Drahtdicke 1,5 Millim.;

Spirale III: 2832 Windungen in 24 Lagen, Länge 18 Centim., innerer Durchmesser 5 Centim., Drahtdicke 2 Millim.

Als Inductionsspiralen wurden benutzt:

Spirale A: 870 Windungen in 5 Lagen, Länge 14,5 Centim., innerer Durchmesser 3 Centim., Drahtdicke 0,7 Millim.;

Spirale B: 12 Windungen in 3 Lagen, Länge 3,5 Millim., innerer Durchmesser 3 Centim., Drahtdicke 0,7 Millim.;

Spirale C: 12 Windungen in 3 Lagen, Länge 8 Millim., innerer Durchmesser 5 Centim., Drahtdicke 1,5 Millim.;

Spirale D: der magnetisirenden Spirale III ganz gleich.

Außerdem wurde noch ein Ruhmkorff'scher Inductionsapparat angewandt, über dessen Spiralen mir die Angaben fehlen.

17. Als Einlagen in die Magnetisirungsspiralen wurden benutzt:

1) massiver Eisencylinder von 14,5 Centim. Länge und 2,4 Centim. Durchmesser;

2) Bündel von 1000 Eisendrähten;

3) Flintenlauf;

4) aufgeschlitzter Flintenlauf;

5) Papierrohr mit Eisenfeile gefüllt;

6) Papierrohr mit 190 kreisrunden Eisenblechscheiben gefüllt.

Alle diese unter 2 bis 6 aufgeführten Einlagen sind an Länge und Durchmesser dem Cylinder 1 gleich.

7) Massiver Eisenstab von 14,5 Centim. Länge und 1,2 Centim. Durchmesser;

- 8) Eisenstab von 14,5 Centim. Länge und 2 Millim. Durchmesser;
- 9) 2 Eisenstäbe von 29 Centim. Länge und 2,4 Centim. Durchmesser;
- 10) Drahtbündel von 7 Centim. Länge und 2,4 Centim. Durchmesser.

Alle Eisenstäbe und Drähte waren sorgfältig ausgeglüht und gekühlt; die in 2, 5, 6 und 10 enthaltenen Drähte, Spähne und Platten waren durch das Glühen mit einer Oxydschicht bedeckt, welche nicht von ihnen entfernt wurde; ein anderes Isolationsmittel wurde ausserdem noch auf dieselben dadurch aufgetragen, dafs sie in einer ätherischen Harzlösung bis zum vollkommenen Verdampfen des Aethers umherbewegt wurden.

Aufser den angeführten Kernen wurden für die gröfseren Spiralen in einigen Fällen noch andere gebraucht, welche gehörigen Orts erwähnt werden.

18. In Bezug auf die Bewegung des Relais mufs noch Folgendes bemerkt werden: Wenn dasselbe die Unterbrechung eines Stromes bewirken soll (wenn also die Anordnung die in Fig. 1 Taf. IV gegebene ist), so tritt die Stromunterbrechung etwas später ein, als die Feder *b* den Metalleinsatz des Elfenbeincynders berührt hat, nämlich um so viel später, als der Magnetismus im Magnet *r* Zeit braucht, um die Bewegung des Ankers *q* anfangen zu lassen. Diese Zeit braucht man indess nicht zu wissen, wenn sie nur immer die gleiche ist; der Versuch beginnt vielmehr mit dem Augenblick, in welchem diese Ankerbewegung wirklich eintritt. Dieser Augenblick wurde ermittelt, indem die Spirale *SS* ohne Eisenkern gelassen und dann das bewegliche Cylinderstück bei *D* so lange verschoben wurde, bis zuerst ein Inductionstrom an der Bussole *B* zu beobachten war. Die Stellung, welche dann die beiden Cylinderstücke hatten, wurde als die Anfangsstellung betrachtet und ist in den nachfolgenden Beobachtungen immer als 0 bezeichnet. Diese Bestimmung wurde oft wiederholt und zwar immer sehr

nahe mit dem gleichen Erfolg; die nöthige Verschiebung (in welche der constante Fehler in der Stellung der beiden Federn *d* und *b* mit hineinfällt) schwankte nicht leicht um 1 Grad, Dank der ungemein leichten und sicheren Beweglichkeit des Relais. Anders aber war es mit der Stromschliessung. Diese verspätet sich gegen das Auftreten der Feder *b* auf die Metalleinlage nicht nur um jene Zeit, die der Anker *bis* zu seiner Bewegung braucht, sondern auch noch um die, welche er zu seiner Bewegung bis zur Herstellung des *Contactes* auf der anderen Seite nöthig hat. Der Abstand zwischen den beiden Platinspitzen, zwischen denen das Metallstück *q* spielte, war zwar so klein, daß man kaum das dünnste Papierblatt einschieben konnte, dennoch aber war die zu dieser Bewegung nöthige Zeit nicht so constant, so daß die Grenzen, innerhalb deren die unter scheinbar ganz gleichen Umständen wiederholten Messungen übereinstimmten, viel weiter waren, als bei der Beobachtung der Oeffnungsströme. Die in den Tabellen angegebenen Zahlen mußten deshalb die Mittel aus mehr Beobachtungen seyn bei den Stromschliessungen, als bei den Stromunterbrechungen. Gewöhnlich sind sie es bei jenen aus sechs, bei diesen aus zwei einzelnen Messungen. Bei den Stromschliessungen traten sogar zuweilen bei einer ganz bestimmten Verschiebung der Cylinderstücke, also nach einer ganz bestimmten Zeit, nach erfolgter Stromschliessung Inductionsströme im Sinne des Oeffnungsstromes auf. Diefs erklärte sich indess durch ein Klirren der Relaiscontacte; hierdurch wurde in der That nach einer bestimmten Zeit noch eine Stromöffnung schnell nach der Schliessung hervorgebracht, und da der hierdurch erzeugte Oeffnungsstrom den noch vorhandenen Schliessungsstrom überwand, so wurde er allein an der Bussole merklich. Der Fehler konnte dann durch Regulirung der den Anker haltenden Feder entfernt werden. Auch für die Schliessungsströme ist die als Anfangsstellung der Cylinderstücke ermittelte Stellung mit 0 bezeichnet. Die Zeit, welche der Anker zu seiner Bewegung brauchte, betrug 7 bis 8 Tausendstel Sekunden.

19. Ich führe im Nachstehenden die an der Spiegelbussole beobachteten Ablenkungen an, an denen nur die in §. 15 erwähnten Uebertragungen schon gemacht sind. Diese Ablenkungen sind also so erhalten: Die Inductionsspirale R ist auf eine jedesmal genau angegebene Art auf die Magnetisirungsspirale SS oder den durch diese magnetisirten Eisenkern gesteckt. Den beiden Metalleinsätzen des Elfenbeincylin-
 der ist eine gewisse Stellung zu einander ertheilt. Der Cylinder wird gedreht, bis das Zahnrad den Ton a angiebt, dann wird die Wippe Q umgeschlagen und die Bussole B abgelesen. Ganz derselbe Versuch wird wiederholt, nachdem der Eisenkern fortgenommen, alles Uebrig
 e aber an der gleichen Stelle geblieben ist, um die Wirkung der Spiralen allein aufeinander zu erhalten. Die Differenz beider Ablesungen ist das Maass des Inductionstromes, welcher durch die Veränderung hervorgebracht ist, die der Magnetismus während 0,00195 Sekunden erlitten hat, und zwar je nach der Verschiebung der Einsätze während der ersten, zweiten oder irgend welcher folgenden 0,00195 Sekunden nach Schliessung oder Oeffnung des Stromes. Ich werde die so erhaltenen Ströme immer als Differentialströme bezeichnen (ein Ausdruck, der der Kürze wegen erlaubt seyn mag, wenn auch die Zeit, während welcher dieselben zu Stande kommen, immer noch eine recht merkliche ist), im Gegensatz zu den Integralströmen, welche erhalten werden, wenn der Hauptstrom geöffnet oder geschlossen wird, während der Elfenbeincylin-
 der nicht rotirt, sondern die Federn b und d auf den Metalleinlagen ruhen. Diese Integralströme sollen eigentlich der Summe aller Differentialströme jedesmal gleich seyn. Es wird sich später zeigen, in welchen Fällen dies wahr ist, in welchen nicht. In den Zeichnungen sind nicht die den gefundenen Zahlen entsprechenden Curven angegeben, sondern diejenigen, welche das Anwachsen oder Verschwinden des Magnetismus selbst darstellen. Die Abscissen stellen die Zeit von 2 zu 2 Tausendstel Sekunden dar; die Ordinaten sind so ge-

wählt, daß die Differenzen je zwei aufeinander folgender Ordinaten den für die Differentialströme gefundenen Zahlen nach der Reihe proportional sind.

Beobachtungen.

20. *Spiralen ohne Kern.* Da bei jeder Versuchsreihe von den beobachteten Differentialströmen, welche durch Oeffnung oder Schließung des die Eisenkerne magnetisirenden Stromes entstanden, diejenigen Ströme abgezogen werden mußten, welche durch die magnetisirende Spirale allein inducirt wurden, so liegen eine große Anzahl hierher gehöriger Beobachtungen vor. Nur einige derselben sollen angeführt werden:

Versuch 1. Magnetisirungsspirale I, Inductionsspirale A. Integralstrom der Oeffnung = 3,5. Differentialströme der Oeffnung:

Verschiebung	0°	3,4
	1	3,4
	3	3,4
	5	3,4
	6	3,3
	7	2,2
	8	0

Versuch 2. Magnetisirungsspirale III, vertical gestellt, Inductionsspirale B, auf dieselbe gelegt. Integralstrom der Oeffnung = 9,05. Differentialströme der Oeffnung:

Verschiebung	0°	8,8
	5	8,8
	6	8,6
	7	6,2
	8	0

Diese Beobachtungen bestätigen durchaus die Angaben von Helmholtz ¹⁾, daß der Oeffnungsinductionsstrom eine unmeßbar kurze Dauer, besonders einen verschwindend kleinen aufsteigenden Ast hat. Sobald nämlich die Feder *d*

1) Diese Ann. LXXXIII, 534 u. 537.

die Met
derselbe
währen
mer ist
moment
6° noch
daran,
Breite
cherer
die Me
talleins
Strom
handen
Strom
Spur v
fsung d
(oder
Stromu
Sekund
sungen
sind, m
wähnte
5°, we
mes zu

Vers
fsung =

die Metalleinlage berührt, tritt der Differentialstrom fast mit derselben GröÙe auf, welche der Integralstrom hat; ob er während eines oder während 5° der Rotation wirkt, immer ist seine Intensität gleich, er hat also gleich wie ein momentaner Strom zu wirken angefangen. Dafs auch bei 6° noch fast die gleiche Wirkung vorhanden ist, liegt wohl daran, dafs die Feder durch ihre, wenn auch sehr geringe, Breite etwas zu lange anliegt. Bei 7° ist zwar ein schwächerer Strom vorhanden, es ist indefs wahrscheinlich, dafs die Metalltheile, welche trotz aller Sorgfalt nahe am Metalleinsatze leicht auf das Elfenbein abgerieben werden, den Strom etwas länger erscheinen lassen, als er wirklich vorhanden ist, so dafs wohl schon bei dieser Verschiebung der Strom ganz verschwunden seyn sollte. Bei 8° ist keine Spur von Wirkung wahrzunehmen, d. h. wenn die Schließung des Inductionsstromes bei einer Verschiebung von 3° (oder des Federfehlers wegen wenig über 2°) nach der Stromunterbrechung, also nach weniger als 1 Tausendstel Sekunde geschieht. Ich habe hier ausnahmsweise die Messungen, welche bei Verschiebungen von 0 bis 5° gemacht sind, mit angeführt, weil sie eben am klarsten für die erwähnte Thatsache sprechen. Später beginne ich immer mit 5°, weil erst von da an die Schließung des Inductionsstromes zum ersten Male die normale Zeit über gedauert hat.

Versuch 3, wie Versuch 1. Integralstrom der Schließung = 3,5. Differentialströme der Schließung:

Versch.	Strom.	Versch.	Strom.
5°	0,03	35°	0,30
10	0,20	40	0,10
15	0,40	45	0,05
20	1,00	50	0,02
25	0,80	55	0,01
30	0,50		

Summa = 3,41.

Versuch 4, wie Versuch 2. Integralstrom der Schließung = 9,05. Differentialströme der Schließung:

Versch.	Strom.	Versch.	Strom.	Versch.	Strom.
5°	0,02	55°	0,65	105°	0,13
10	0,04	60	0,60	110	0,10
15	0,10	65	0,55	115	0,08
20	0,15	70	0,45	120	0,05
25	0,30	75	0,35	125	0,03
30	0,55	80	0,30	130	0,02
35	0,85	85	0,25	135	0,02
40	0,80	90	0,22	140	0,02
45	0,75	95	0,20		
50	0,70	100	0,15		

Summa = 8,43.

In diesen beiden Reihen zeigt sich ein ziemlich schnell aufsteigender Ast, der indess immer noch eine Dauer von 10 bis 12 Tausendstel Sekunden hat; vom Maximum an aber fällt die Curve allmählich ab, besonders bei der Spirale mit vielen Windungen. In beiden Reihen ist die Summe der Differentialströme nahezu gleich dem Integralstrom, ganz erreichen kann sie denselben nicht, weil die Beobachtungen wegen zu geringer Gröfse der Ströme abgebrochen wurden. Bei der grofsen Spirale III in Versuch 4 ist die Dauer schon sehr beträchtlich, dennoch ist der Integralstrom der Schließung gleich dem der Oeffnung beobachtet (Versuch 2); ein Beweis, dafs die Dauer des Schließungsstromes immer noch zu vernachlässigen ist gegen die Schwingungszeit des Magnetspiegels, dafs also die Wirkung des Schließungsstromes so gut wie die des Oeffnungsstromes noch als ein Stofs angesehen werden kann.

21. *Spirale mit Kern, welcher von derselben ganz umschlossen ist.*

Versuch 5. Magnetisirungsspirale I, Inductionsspirale A (wie in Versuch 1). Der Integralstrom der Oeffnung soll eigentlich für alle verschiedenen Einlagen bei derselben

Versuchsreihe gleich groß seyn; da aber die im §. 9 beschriebene Methode verlangt, daß die durch die verschiedenen Eisenkerne *allein* erzeugten Ablenkungen des Magnets *M* gleich seyen (d. h. nach Abrechnung der durch die magnetisirenden Spiralen allein erzeugten Ablenkungen), und da dies lediglich durch Probiren zu erreichen ist, so ist die Uebereinstimmung nicht vollkommen, namentlich wo die Stärke der magnetisirenden Ströme in so weiten Grenzen variiren mußte, wie hier. Beispielsweise war die Stromstärke, welche das Rohr mit Eisenfeilspänen magnetisirte, etwa fünf Mal so stark als die, welche dem massiven Eisenkern den gleichen Magnetismus verlieh. Die Integralströme sind deshalb jedesmal angegeben. Bei der zweiten Tabelle sind die Integralströme der Schließung nicht mit aufgeführt, weil sie denen der Oeffnung innerhalb der Beobachtungsgrenzen gleich sind.

Oeffnungsströme.

Kern	Integralstrom		Kern	Verschiebung	Differentialstrom		
	Kern u. Spirale	Spirale			Kern u. Spirale	Spirale	Kern
2	12,5	1,2	11,3	5	12,1	1,0	11,1
				8	0	0	0
5	15,6	4,4	11,2	5	15,1	4,2	10,9
				8	0	0	0
4	12,4	1,1	11,3	5	11,2	1,0	10,2
				10	1,0	0	1,0
				15	0,01	0	0,01
6	16,4	5,3	11,1	5	13,6	5,1	8,5
				10	2,0	0	2,0
				15	0,01	0	0,01
3	12,4	1,1	11,3	5	9,0	1,0	8,0
				10	2,5	0	2,5
				15	0,3	0	0,3
				20	0,1	0	0,1
1	12,3	1,0	11,4	25	0,01	0	0,01
				5	8,5	1,0	7,5
				10	2,0	0	2,0
				15	1,0	0	1,0
				20	0,5	0	0,5
				25	0,1	0	0,1
				30	0,01	0	0,01

Schließungsströme.

Ver- schie- bung	Differentialstrom				Differentialstrom			
	Kern	Kern u. Spirale	Spirale	Kern	Kern	Kern u. Spirale	Spirale	Kern
5	2	0,2	0,01	0,19	5	0,2	0,05	0,15
10		0,5	0,05	0,45		0,5	0,2	0,3
15		1,5	0,1	1,4		2,0	0,5	1,5
20		4,0	0,4	3,6		5,0	1,2	3,8
25		3,0	0,3	2,7		3,5	1,0	2,5
30		2,0	0,2	1,8		2,5	0,7	1,8
35		1,5	0,1	1,4		1,5	0,4	1,1
40		0,5	0,05	0,45		0,5	0,1	0,4
45		0,2	0,01	0,19		0,2	0,05	0,15
50		0,1	0	0,1		0,05	0,01	0,04
55		0,02	0	0,02		0,02	0	0,02
60		0,01	0	0,01		0,01	0	0,01
5	6	0,2	0,1	0,1	1	0,15	0,01	0,14
10		0,5	0,3	0,2		0,4	0,5	0,35
15		1,5	0,5	1,0		1,2	0,1	1,0
20		3,9	1,5	2,4		3,5	0,4	3,1
25		3,7	1,2	2,5		3,3	0,3	3,0
30		3,2	1,0	2,2		2,7	0,2	2,5
35		2,0	0,5	1,5		1,7	0,1	1,6
40		0,7	0,2	0,5		0,5	0,05	0,35
45		0,2	0,1	0,1		0,2	0,01	0,19
50		0,1	0,02	0,08		0,1	0	0,1
55		0,05	0	0,05		0,05	0	0,08
60		0,01	0	0,01		0,05	0	0,05
65						0,02	0	0,02
70						0,02	0	0,02
75						0,01	0	0,01

In der Reihe für Kern 1 sind die Differentialströme, welche der Spiralwirkung allein zuzuschreiben sind, nicht gemessen, sondern die aus der Reihe für Kern 2 benutzt, weil in beiden Fällen die Integralströme ziemlich gleich waren. Die Reihe für Kern 6 ist sehr unregelmäßig; zuerst fiel sie sogar ganz anders aus, da ich Anfangs einen viel größeren Stromantheil anwenden mußte, um den Blechplatten das gleiche magnetische Moment zu geben, wie den Stäben. Nach wiederholtem Öffnen und Schließen wurde der Zustand, wie er in den Tabellen benutzt ist, ziemlich constant, indess war nie eine solche Regelmäßigkeit in den Beobachtungen zu erlangen, wie bei den übrigen Kernen.

Versuch 6. Spiralen wie in Versuch 5.

	Kern	Ströme			Kern	Ströme		
		Kern u. Spirale	Spirale	Kern		Kern u. Spirale	Spirale	Kern
Integral	1	46,8	4,3	42,5	5	56,5	15,3	41,2

Differentialströme der Schließung.

Verschieb 5		0,5	0,05	0,45		0,6	0,2	0,4
10		2,6	0,2	2,4		3,1	0,8	2,3
15		6,4	0,6	5,8		7,8	2,2	5,6
20		12,1	1,1	11,0		14,6	3,3	11,3
25		12,5	1,0	11,5		14,5	3,3	11,0
30		8,2	0,7	7,5		10,6	2,8	7,8
35		4,2	0,4	3,8		6,0	2,0	4,0
40		1,0	0,1	0,9		2,4	1,4	1,0
45		0,5	0,05	0,45		1,0	0,5	0,5
50		0,2	0,01	0,19		0,4	0,2	0,2
55		0,1	0	0,1		0,1	0,05	0,05
60		0,05	0	0,05				

Differentialströme der Öffnung.

5		32,8	4,2	28,6		52,4	14,1	38,3
10		7,4	0	7,4		0	0	0
15		3,3		3,3				
20		1,8		1,8				
25		1,0		1,0				
30		0,5		0,5				
35		0,2		0,2				
40		0,1		0,1				

Versuch 7. Magnetisirungsspirale III, Inductionsspirale B, wie in Versuch 2.

	Kern	Ströme			Kern	Ströme			Kern	Ströme		
		Kern u. Spirale	Spirale	Kern		Kern u. Spirale	Spirale	Kern		Kern u. Spirale	Spirale	Kern
Integral	1	51,1	9,05	42,05	2	53,2	9,1	44,1	2 in Hülse	53,0	9,1	43,9

Differentialströme der Schließung.

Verschieb.		0,1	0,02	0,08		0,1	0,02	0,08		0,1	0,02	0,08
10		0,5	0,04	0,46		0,5	0,05	0,45		0,5	0,05	0,45
15		1,0	0,10	0,9		1,2	0,10	1,10		1,0	0,01	1,09
20		1,9	0,15	1,75		2,0	0,15	1,85		2,0	0,15	1,85
25		3,4	0,30	3,1		3,6	0,35	3,25		3,5	0,35	3,15
30		4,4	0,55	3,85		4,5	0,6	3,9		4,5	0,6	3,9

Verschieb.	Kern	Ströme			Kern	Kern	Ströme			Kern	Kern	Ströme			Kern	Kern	Kern
		Kern u. Spirale	Spirale	Kern			Kern u. Spirale	Spirale	Kern			Kern u. Spirale	Spirale	Kern			
35		5,0	0,85	4,15			5,3	1,0	4,3			5,2	1,0	4,2			
40		4,9	0,8	4,1			5,0	0,9	4,1			1,9	1,9	4,0			
45		4,5	0,75	3,75			5,4	0,9	3,5			4,5	0,9	3,6			
50		4,2	0,70	3,5			4,2	0,7	3,5			4,2	0,7	3,5			
55		3,9	0,65	0,25			3,8	0,6	3,2			3,9	0,6	3,3			
60		3,2	0,6	2,6			3,7	0,6	3,1			3,7	0,6	3,1			
65		3,0	0,55	2,45			3,4	0,5	2,9			3,3	0,5	2,8			
70		2,7	0,45	2,25			2,9	0,4	2,5			2,9	0,4	1,8			
75		2,1	0,35	1,75			2,0	0,35	1,65			2,2	0,35	1,85			
...																	
130		0,25	0,02	0,23			0,2	0,03	0,17			0,2	0,03	0,17			
135		0,25	0,02	0,23			0,2	0,02	0,18			0,2	0,02	0,18			
140		0,22	0,02	0,2			0,2	0,02	0,18			0,2	0,02	0,18			

Differentialströme der Oeffnung.

5	37,08	8,8	29,0	50,5	8,8	41,7	42,0	8,8	33,2
10	6,3	0	6,3	0	0	0	6,4	0	6,4
15	2,9	0	2,9				2,5	0	2,5
20	1,6	0	1,6				1,3	0	1,31
25	0,8	0	0,8				0,4	0	0,4
30	0,3	0	0,3				0,1	0	0,1
35	0,1	0	0,1						

In der letzten Versuchsreihe, bei welcher der Kern bezeichnet ist »Kern 2 in Hülse«, war das Drahtbündel von einem 2 Millim. dicken Kupferrohre umgeben.

22. Die vorstehenden Versuchsreihen lassen eigentlich nur einen Einfluss der verschiedenen Einlagen auf die Oeffnungsströme, also auf das Verschwinden des Magnetismus erkennen. Das Entstehen desselben ist so wesentlich durch die Gegenströme der Schließung in der magnetisirenden Spirale selbst bedingt, dass es ziemlich gleichgültig scheint, ob in der Peripherie der Eisenkerne auch noch Ströme inducirt werden und ob die polare Ausbildung des Magnetismus durch die Richtkraft, welche Theilchen auf Theilchen in der Richtung der Längenaxe des Kernes ausübt, auf größere oder kleinere Schwierigkeiten stößt. Taf. IV, Fig. 3

stellt das Anwachsen des Magnetismus im Drahtbündel und im massiven Eisenkerne nach Versuch 5 vor. Die Abweichungen beider Curven von einander sind zwar gesetzmässig, aber unerheblich.

Beim Verschwinden des Magnetismus ist der Unterschied um so merklicher. Weder das Drahtbündel, noch die mit Eisenfeilspähnen gefüllte Röhre braucht eine meßbare Zeit, um in den unmagnetischen Zustand zurückzukehren, während beim aufgeschlitzten Flintenlauf eine solche Zeit schon merklich wird. Bei diesem sind zwar auch periphere Ströme nicht möglich, die Wanddicke ist aber schon beträchtlich genug, um Ströme entstehen zu lassen, deren verzögernde Wirkung bemerklich wird. Am klarsten geht die Wirkung der peripherischen Ströme aus Versuch 7 hervor. Taf. IV, Fig. 4 stellt das Verschwinden des Magnetismus aus den in Versuch 5 und Fig. 5 aus den in Versuch 7 angewandten Kernen dar. Die ganzen Ergebnisse dieser Reihen stimmen genau mit den von Hr. Dove durch Vergleichung des physiologischen Effectes erhaltenen ¹⁾ überein, nur mit dem Unterschiede, daß in meinen Versuchen die Stromstärken so gewählt waren, daß der Integralstrom bei den verschiedenen Kernen gleich groß blieb, so daß die aus Blechplatten zusammengesetzten Kerne sich nicht so von den massiven unterscheiden konnten, wie in Dove's Versuchen. Hr. Helmholtz ²⁾ ist zu dem Schlusse gekommen, daß die physiologische Wirkung der Unterbrechungsströme hauptsächlich von deren aufsteigendem Aste herrühre, dessen Dauer übrigens eine unmeßbar kleine sey. Wenn die physiologische Wirkung durch verschiedene Einwirkungen so wesentlich verändert wird und aus meinen Versuchen hervorgeht, daß die Veränderung des absteigenden Astes mit jener ganz gleichen Schritt geht, so liegt der Schluss nahe, daß auch die Gestalt dieses Astes von wesentlichem Einfluß auf die physiologische Wirkung ist. Be-

1) A. a. O. S. 111 u. ff.

2) Diese Ann. LXXXIII, 537.*

greiflicher Weise schließt indess das Eine das Andere nicht aus, da die Veränderungen des aufsteigenden Astes sich noch immer der Beobachtung entziehen, auch wenn die Spiralen solide Eisenkerne enthalten. Ich habe in keinem Falle einen aufsteigenden Ast wahrnehmen können, woraus geschlossen werden darf, daß dessen Dauer noch immer weniger als 1 Tausendstel Sekunde beträgt ¹⁾).

23. Ich füge noch einige Versuche bei, welche mehr vereinzelt dastehen.

Versuch 8. Ruhmkorff'scher Inductionsapparat. Der Kern kann herausgenommen werden, es bleibt aber dann ein geschlossenes Rohr von Weißblech in der Spuhle. Als Kerne dienen ein massiver Cylinder und ein Bündel von 1 Millim. dicken Eisendrähten. Die Versuche dieser Reihe wurden mit gleichbleibender Stromstärke angestellt.

	Ver- schieb.	Spirale o. Kern.	Drahtbündel		Eisencylinder	
			Kern u Spirale.	Kern.	Kern u. Spirale.	Kern.
Integralstrom d. Schließung		89,0	154,8	65,8	211,3	122,3
Differentialstr. d. Schließung						
	5	0,5	5,8	5,3	6,3	5,8
	10	0,6	6,3	5,7	6,6	6,0
	15	0,9	6,8	5,9	7,2	6,3
	20	1,2	7,0	5,8	7,4	6,2
	25	2,6	8,9	6,3	11,2	9,6
	30	4,2	10,9	6,7	15,0	10,8
	35	7,0	16,9	9,9	16,4	9,4
	40	7,0	17,1	10,1	17,7	10,7
	45	7,6	15,5	8,9	17,4	9,8
	50	7,4	15,0	7,6	17,2	9,8
	55	7,2	14,5	7,3	16,8	9,6

1) In der früher von mir mitgetheilten vorläufigen Versuchsreihe hatte ich auch für den Schließungsstrom keinen aufsteigenden Ast beobachtet, offenbar weil ich die Stellungen der beiden Federn *b* und *d* als die wahren Nullstellungen angenommen hatte, während sie ein wenig gegeneinander verschoben waren.

	Ver- schieb.	Spirale o. Kern.	Drahtbündel		Eisencylinder	
			Kern u. Spirale.	Kern	Kern u. Spirale.	Kern.
	60	7,2	14,4	7,2	16,1	8,9
	100	6,8	13,8	7,0	15,0	8,2
	200	2,4	8,9	6,5	10,2	7,8
	300	0,8	6,6	5,8	6,6	5,8
	350	0,4	5,3	4,9	6,2	5,8
Integralstrom d. Oeffnung		90,4	Es springen		223,5	132,1
Differentialstr. d. Oeffnung	5	57,1	Funken			
	10	23,4	über		123,4	66,3
	15	6,3			45,2	21,8
	20	0			22,5	16,2
	25				10,7	10,7
	30				8,1	8,1
	35				6,3	6,3
	40				4,8	4,8
	⋮				2,7	2,7
	200				0,1	0,1

Diese Versuchsreihe läßt Vieles zu wünschen übrig. Die Zahlen folgen, namentlich bei den auf den massiven Eisenkern bezüglichen Beobachtungen, sehr unregelmäßig, ja sogar sind die einzelnen Beobachtungen noch weit weniger unter einander in Uebereinstimmung, als die hier mitgetheilten Mittel. Diese Unregelmäßigkeiten werden um so auffallender, je größere Eisenmassen in den Spiralen stecken. Dennoch lehrt diese Reihe mancherlei. Zunächst zeigt sich das Verschwinden des Magnetismus sehr verschieden. Aus der dünnen Blechhülse verschwindet er noch immer ziemlich schnell; das Drahtbündel zeigte bis zur Verschiebung 30 mächtige Wirkungen auf das Galvanometer, diese würden aber weit beträchtlicher gewesen seyn, wenn nicht der größte Theil des Oeffnungsstromes in Fun-

kengestalt übergesprungen wäre. Die gemessenen Zahlen haben deshalb keine Bedeutung, und ich habe sie garnicht aufgeführt. Der massive Eisenkern zeigte dagegen ein so langsames Verschwinden des Magnetismus, dafs noch bei der Verschiebung 200 ein Inductionsstrom wahrnehmbar wurde. Die beim Drahtbündel eintretende Verzögerung mag nicht nur in der Rückwirkung der Blechhülse ihren Grund gehabt haben, sondern auch in der Dicke der Drähte, denn eine so dünne Blechhülse wirkt, wie schon Dove bemerkt hat, nur wenig verzögernd.

Das Anwachsen des Magnetismus geschieht wieder bei beiden Eisenkernen nicht sehr verschieden, beide Mal reicht die Zeit einer ganzen Umdrehung des Cylinders nicht aus, um die Eisenkerne auf das Maximum ihres Magnetismus zu bringen. Diefs hat auf die Beobachtungen einen wesentlichen Einflufs; die Zeit, in welcher der Magnetismus entsteht, wird nicht mehr klein im Verhältnifs zu der Zeit, in welcher der Magnetspiegel eine Schwingung vollendet. Darum wird der Integralstrom der Schliessung *beträchtlich kleiner* als der der Oeffnung und zwar um so mehr, je mehr sich das Anwachsen des Magnetismus verzögert. Diese Erscheinung wiederholt sich in den später mitgetheilten Versuchen. Ausserdem können die einzelnen Beobachtungen der Differentialströme nicht mehr ganz richtig seyn, weil, noch ehe eine Schwingung des Spiegels vollendet ist, der Cylinder einen Umgang gemacht hat, und ein neuer Stofs erfolgt. Diese Wirkung wird bei den nachfolgenden Versuchen noch auffallender.

24. *Versuch 9.* Magnetisirende Spirale I, Inductionsspirale B, Eisenkern 6. Die Ringspirale wurde bald auf die Mitte der magnetisirenden Spirale, bald auf deren Ende geschoben; die Stromstärke wurde so geregelt, dafs bei beiden Stellungen gleiche Integralströme inducirt wurden.

Integralstrom der Schliessung mit Kern und Spirale	6,4
mit Spirale allein	2,1
mit Kern allein	4,3

Differentialströme der Schließung:

Ver- schieb.	Spirale.	Ringsp. i. d. Mitte Kern u. Spirale.	Kern.	Ringsp. am Ende Kern u. Spirale.	Kern.
5	0,02	0,05	0,03	0,05	0,03
10	0,10	0,3	0,2	0,2	0,1
15	0,25	0,8	0,55	6,7	0,45
20	0,7	2,0	1,3	2,1	1,4
25	0,6	2,0	1,4	2,0	1,4
30	0,3	0,8	0,5	0,7	0,4
35	0,15	0,5	0,35	0,5	0,35
40	0,05	0,2	0,15	0,2	0,15
45	0,02	0,1	0,08	0,1	0,08
50	0,01	0,05	0,04	0,05	0,04
55		0,05	0,05	0,02	0,02
60		0,01	0,01	0,01	0,01

Die Unterschiede in der Entstehungszeit des Magnetismus am Ende und in der Mitte des Eisenkernes sind nach diesem Versuche, der sogar mit dem in der Längenrichtung am wenigsten zusammenhängenden Kerne angestellt wurde, so unbedeutend, daß man auf ein vollkommen gleichzeitiges Anwachsen im ganzen Kerne schließen darf; immer noch unter der Voraussetzung, daß der Kern seiner ganzen Länge nach von der magnetisirenden Spirale umgeben ist.

25. *Spirale mit Kern, welcher von derselben nicht ganz umschlossen ist.*

Versuch 10. Magnetisirungsspirale III, Inductionsspirale D. Beide stecken auf den Schenkeln eines großen, hufeisenförmigen Elektromagnets.

		Schließung	Oeffnung
Integralstrom	5	208,0	269,8
Differentialströme			
Verschiebung	5	0,5	0,5
	10	0,5	0,5
	15	0,6	0,8

	Schließung	Oeffnung
20	0,6	1,2
25	0,6	1,2
30	0,65	1,0
35	0,65	1,0
40	0,6	1,0
...		
200	0,5	0,8
...		
350	0,5	0,5

In diesem Versuche ist der ungeheure Unterschied zwischen den Integralströmen und der Summe der Differentialströme sehr auffallend. Man hat es hier mit einem Eisenkern zu thun, bei dem noch mehrere Minuten nach der Schließung oder Oeffnung des magnetisirenden Stromes das Entstehen oder Verschwinden des magnetisirenden Stromes noch nicht vollendet ist. In Bezug auf die Schließungsströme ist also nur die Kleinheit der Differentialströme auffallend; in Bezug auf die Oeffnungsströme aber tritt noch etwas Anderes hervor: nämlich ein aufsteigender Ast der Curve. Dieser rührt aber von der Beschaffenheit der Inductionsspirale her, welche während einer Schwingung des Spiegels wiederholentlich geschlossen wird, und wegen ihrer großen Windungszahl einen Gegenstrom erregt, welcher Anfangs den Magnetismus nur sehr langsam verschwinden läßt. Wenn ich eine kleinere Inductionsspirale gebrauchte, so verschwand diese Anomalie.

Versuch 11. Magnetisirungsspirale III, Inductionsspirale C, auf dem Ende des großen Elektromagnetkerns, auf dessen anderen Schenkel die Spirale III steckt.

		Schließung	Oeffnung
Integralstrom		8,5	10,0
Differentialstr.			
Verschieb.	5	überall 0,1	0,1
	10		0,1
	15		0,15
	20		0,15
	200		0,12
	350		0,1

Bei der Schließung konnte auf der ganzen Peripherie kein Unterschied mehr bemerkt werden, was nicht gerade beweist, daß das Anwachsen des Magnetismus durch eine gerade Linie darzustellen sey; es wird vielmehr jede Spiegelablenkung das Resultat einer Reihe sehr kleiner und nicht sehr verschiedener Stöße, welche fast wie ein gleichmäßiger Druck wirken. Man sieht dieß der ungemein langsamen Bewegung des Spiegels und der langen Zeit während welcher er in der Ablenkung beharrt, an. Die Versuche verlieren deshalb ihren Werth als Messungen, und vergewärtigen nur etwas lebhafter eine schon bekannte Thatsache. Aehnlich ist es mit dem Verschwinden des Magnetismus in diesem Versuch. Es ist zwar kein aufsteigender Ast der Curve zu bemerken, aber die höchste beobachtete Zahl fällt nicht auf die Verschiebung 5, sondern etwas später. Bei 5 ist offenbar noch gar kein Oeffnungsstrom vorhanden, sondern die Ströme, welche bei 5 und 10 aufgeführt sind, gehören den Verschiebungen von 365 und 370 an. Mit verschiedenen Abänderungen angestellte Versuche zeigten ähnliche Ergebnisse, aber nur, wenn der große Eisenkern angewandt wurde; bei kleineren Kernen begann dieß Verschwinden des Magnetismus von vornherein mit der größten Geschwindigkeit. Für den großen Kern aber scheint der Schluß gerechtfertigt, daß eine kleine Zeit vergeht, ehe der Magnetismus aus einer von der magnetisirenden Spirale entfernten Stelle eines Eisenkerns zu verschwinden beginnt.

26. Die im vorigen Paragraphen untersuchten Erscheinungen treten klarer auf, wenn man nur so große Eisenkerne wählt, daß eine Umdrehung des Elfenbeincynders genügt, um den Magnetismus zum vollen Entstehen oder Verschwinden gelangen zu lassen. Ich hätte für den großen Kern den Versuch dadurch abändern können, daß ich den Cylinder langsamer drehte; ich war indeß bei der hierzu nöthigen Langsamkeit nicht mehr im Stande, die Drehung gleichmäßig genug zu erhalten.

Versuch 12. Magnetisirungsspirale II, Inductionsspirale B.

Eisenkerne 9, beide aneinander geschraubt, also von 58 Centim. Länge. Die Spirale II steckt auf dem einen, *B* auf dem anderen Ende dieses Stabes.

Integralstrom	Schließung. Öffnung.	
	2,6	2,7
Differentialströme:		
Verschiebung	5	0
	10	0,8
	15	0,5
	20	0,2
	25	0,15
	30	0,3
	35	0,35
	40	0,3
	100	0,02
	250	0,15
		0,05

Hier zeigt sich für das Entstehen des Magnetismus sehr bestimmt, was oben für das Verschwinden desselben gesagt wurde. Erst nach 8 Tausendstel Sekunden wird es an einem Ende des Stabes merklich, daß das andere Ende desselben magnetisirt worden ist. Einen ähnlichen Schlufs gestattet der folgende Versuch.

Versuch 13. Magnetisirungsspirale I, Inductionsspirale A, jede der Spiralen an einem Ende des 58 Centim. langen Eisenstabes.

Differentialströme der Schließung:

Verschieb.	5	0	Verschieb.	35	0,9
	10	0		40	0,8
	15	0,2		100	0,4
	20	0,8		250	0,1
	25	0,9		350	0
	30	0,9			

Ist die Entfernung zwischen Magnetisierungs- und Inductionsspirale nicht groß genug, so ist zwar dieses Ausbleiben des Magnetismus nicht bemerkbar, daß aber eine Ver-

zögerung wirklich stattfindet, zeigt sich durch eine Ver-
rückung des Maximums des Schließungsstromes.

Versuch 14. Magnetisirungsspirale I, Inductionsspirale B,
Eisenkern 9 (einfache Länge), Spirale I an einem, B am
anderen Ende des Stabes.

Differentialströme der Schließung:

Verschieb.	5	1,0	Verschieb.	45	6,0
	10	1,5		50	5,1
	15	1,9		55	4,7
	20	2,4		60	4,1
	25	3,1		65	3,3
	30	4,5		70	3,0
	35	6,3		100	0,9
	40	6,3		200	0

In Fig. 6 Taf. IV ist das Anwachsen des Magnetismus
nach Versuch 12 und 13, in Fig. 7 Taf. IV das Verschwin-
den desselben nach Versuch 11 dargestellt.

27. Welche Umstände auf das Entstehen und Ver-
schwinden des Magnetismus in den nicht von der Spirale
umgebenen Eisenstäben Einfluss haben, ist aus den folgen-
den Versuchen ersichtlich.

Versuch 15. Magnetisirungsspirale III, das Drahtbün-
del 2 enthaltend. Auf dieses wird die Röhre b so aufge-
stellt, dass sie ganz aus der Spirale herausragt. Inductions-
spirale B auf die Röhre geschoben.

	B 14 Centim. von III			B 5 Centim. von III		
	Kern u. Spirale.	Spirale.	Kern	Kern u. Spirale.	Spirale.	Kern.
Schließungsströme:						
Integralstrom	1,1	0,5	0,6	4,1	1,7	2,4
Differentialstr.						
Verschieb.	5	Ueberall		0,15	0,1	0,05
	10	Spuren		0,3	0,15	0,15
	15	von		0,5	0,3	0,2
	20	Ablenkung		0,7	0,4	0,3
	25			1,1	0,5	0,6

	<i>B</i> 14 Centim. von III			<i>B</i> 5 Centim. von III		
	Kern u. Spirale	Spirale.	Kern.	Kern u. Spirale	Spirale.	Kern.
35				1,1	0,5	0,6
45				1,15	0,45	0,6
55				0,9	0,35	0,55
100				1,75	0,25	0,5
150				0,5	0,1	0,4
200				0,3	0	0,3
Oeffnungsströme:						
Integralstrom	1,2	0,5	0,7	4,5	1,7	2,8
Differentialstr.						
Verschieb.	5	Ueberall		2,9	1,5	1,4
	10	Spuren		1,0	0	1,0
	15	von		0,2		0,2
	20	Ablenkung		0,09		0,09
	25			0,07		0,07
	30			0,04		0,04
	35			0,03		0,03
	40			0,03		0,03
	100			0,01		0,01

Bei diesem Eisenkern, dessen Continuität in der Längenrichtung gestört ist, tritt die Verzögerung sowohl des Anwachsens als des Verschwindens des Magnetismus schon bei sehr kleiner Entfernung von der magnetisirenden Spirale hervor. Der Umstand, welcher unwesentlich erschien, so lange der Kern ganz von der Spirale umgeben war: das Polarisiren der Molekeln der Längerrichtung nach, ist jetzt der wesentlichste. Keiner der Eisenkerne, welche eine vollkommene Continuität der Theile haben, zeigte eine auch nur ähnliche Verzögerung, sie wirkten vielmehr nur in dem Maasse, wie der Kern 9 in Versuch 14. Geprüft wurden in dieser Beziehung die Kerne 1, 2, 3, 4, 7, 8.

28. *Versuch 16.* Magnetisirungsspirale II, in derselben steckt Kern 10. An die eine Polfläche desselben werden andere Kerne fest angedrückt, auf deren freiem Ende dann die Inductionsspirale *B* steckt.

Oeffnungsströme:

		Kern 2			
		Kern 4.	Kern 3.	in Hülse.	ohne Hülse.
Integralstrom		1,1	1,1	1,2	1,2
Differentialstrom.					
Verschieb.	5	0,9	0,85	1,1	1,1
	10	0,12	0,12	0,05	0,05
	15	0,01	0,02	0	0

Bei diesem Versuch ist jede Mitwirkung von Extracurrents in den Drähten der Spirale selbst sowohl, als in der Peripherie des in der Spirale liegenden Kernes ausgeschlossen, da dieser ein Drahtbündel ist. Es handelt sich also nur um die Polarisirung von Theilchen zu Theilchen, und um diejenigen Ströme, welche sich durch das Verschwinden des Magnetismus aus den angelegten Kernen in der Peripherie dieser selbst erklären könnten. Die Uebereinstimmung der Zahlen für die Kerne 3 und 4 einerseits und für den Kern 2, er mag von der Hülse umschlossen seyn oder nicht, andererseits, beweist, daß die Wirkung solcher peripherischer Ströme hier ganz außer Acht gelassen werden darf. Daß diese Uebereinstimmung selbst dann, wenn man die Kerne (wie bei den magnetoelctrischen Maschinen) mit vielen Kupferdrahtwindungen umgibt, noch nicht sehr gestört wird, hat Hr. Dove¹⁾ bemerkt. Zwei gleiche Drahtbündel, das eine in einer geschlossenen, das andere in einer der Länge nach aufgeschlitzten Röhre, hielten einander physiologisch im Gleichgewicht, wenn das eine in der einen, das andere in der anderen Spirale der magnetoelctrischen Maschine steckte und die durch beide inducirten Ströme einander entgegenwirkten.

29. Wenn nun die vorhandene Continuität der Molekeln im Sinne des Querschnittes der Kerne nicht verzögernd wirkt, so scheint es auffallend, daß die dicken Eisenstäbe des großen Elektromagnets, bei denen doch auch die Continuität in der Längenrichtung nicht gestört ist, so sehr verzögernd wirken. Es handelt sich aber augenscheinlich

1) A. a. O. S. 138.*

noch um die Beweglichkeit der Molekeln selbst, um die Leichtigkeit, mit welcher sie der polarisirenden Wirkung Folge leisten können, und diese ist bei dünnen Drähten, überhaupt bei dünnen Eisenmassen, größer als bei dicken; sonst wäre gar kein Grund zu finden, weshalb der Kern 4 den Magnetismus langsamer verschwinden läßt als 2, ebenso wie 1 ihn langsamer verschwinden läßt als 4. Zwar hat 2 mehr Masse als 4, aber sie ist in dünne Drähte vertheilt, bei 4 ist sie fester zusammengedrängt und deshalb sind die Theilchen weniger beweglich.

30. Bisher ist nur das aus der Spirale herausragende Stück der Eisenkerne untersucht worden, es ist begreiflich, daß an dem erregten Ende eines Eisenkernes dadurch, daß das andere Ende desselben nicht unmittelbar erregt wird, ebenfalls eine Verzögerung im Entstehen und Verschwinden des Magnetismus, wenn auch eine geringere, herbeigeführt wird. Der folgende Versuch zeigt das.

Versuch 17. Magnetisirungsspirale III, auf einen Schenkel des großen hufeisenförmigen Kernes gesteckt. Inductionsspirale B, auf den erregten Magnetpol gelegt.

	Schließungsströme			Öffnungsströme		
	Kern u. Spirale.	Spirale.	Kern	Kern u. Spirale.	Spirale.	Kern.
Integralstrom	26,8	1,5	25,3	31,0	1,5	30,5
Differentialstr.						
Verschieb. 5	0,6	0,02	0,58	25,6	1,4	24,2
10	0,65	0,03	0,62	5,6	0	5,6
15	0,65	0,06	0,59	1,4		1,4
20	0,75	0,1	0,55	0,9		0,9
25	1,0	0,2	0,8			
30	1,0	0,25	0,75			
35	1,2	0,22	0,98			
40	1,1	0,19	0,91			
45	1,0	2,12	0,88	0,2		0,2
100	0,9	0,05	0,85	0,5		0,05
200	0,8	0	0,8	0		0
300	0,7		0,7			
350	0,6		0,6			

Zusammenstellung der Ergebnisse.

31. a. Die Zeit, in welcher der Magnetismus in Eisenkernen, welche von den magnetisirenden Spiralen ganz umgeben sind, entsteht, hängt am wesentlichsten von den in den Spiralen selbst erzeugten Gegenströmen ab (§§. 2, 3, 22). Die gleichzeitige Bildung peripherischer Ströme ist von geringem Einfluß (22), ebenso die Leichtigkeit, mit welcher der Kern seine magnetische Polarisation in der Längenrichtung fortpflanzt (24).

b. Die Zeit, in welcher der Magnetismus aus Eisenkernen, welche von der magnetisirenden Spirale ganz umgeben sind, verschwindet, hängt am wesentlichsten von der Bildung peripherischer Ströme in den Kernen ab, so daß Drahtbündel den Magnetismus so gut wie momentan verlieren (4, 21, 22), und immer noch sehr schnell, wenn sie nicht von einer zu dicken, geschlossenen Metallhülse umgeben sind (21, 23). Auch hierbei ist die Polarisirbarkeit der Molekeln in der Längenrichtung nicht von merklichem Einfluß (24).

c. Die Zeit, in welcher der Magnetismus in Eisenkernen, welche nur zum Theil von der magnetisirenden Spirale umgeben sind, entsteht und verschwindet, hängt am wesentlichsten von der Polarisirbarkeit der Kerne in der Längenrichtung (27) und deshalb von der Länge des aus der Spirale herausragenden Kernes (26), sodann von der Massenhaftigkeit des Eisenkernes (29) ab. Dagegen sind die peripherischen Ströme, welche sich in den Kernen selbst bilden können, ohne merklichen Einfluß (28).

d. Die Verzögerung, welche das Entstehen und Verschwinden des Magnetismus an dem aus der Spirale herausragenden Ende zeigt, macht sich auch am erregten Ende selbst geltend (30).

e. Die der Einwirkung peripherischer Ströme zuzuschreibenden Verzögerungen äußern sich durch *verlangsamtes* Anwachsen oder Abfallen der diese Veränderung darstellenden Curve, die der Einwirkung geschwächter Polarisirbarkeit zuzuschreibenden Verzögerungen durch *verspätetes*

Anwachsen oder Abfallen derselben (vergl. in Bezug auf die erste Einwirkung Taf. IV Fig. 4 und 5, in Bezug auf die letztere Fig. 6 und 7).

Schlussbemerkungen.

32. Ich verkenne nicht, daß hiermit der fragliche Gegenstand noch nicht erledigt ist; es sind besonders zwei Umstände noch nicht hinreichend in Bezug auf die Einwirkung untersucht worden, welche sie auf das Entstehen und Verschwinden des Magnetismus in Eisenkernen ausüben, das ist die absolute Stärke des Magnetismus und die materielle Beschaffenheit der Eisenkerne. Ich würde gern mit der Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit gewartet haben, bis ich auch über diese Einflüsse ins Klare gekommen wäre, wenn ich nicht befürchten müßte, daß mich meine bevorstehende Uebersiedelung nach Erlangen auf längere Zeit von der Fortsetzung dieser Untersuchungen abhalten wird. Die gewonnenen Resultate lassen indess schon Manches erkennen. Sie zeigen unter Anderem, daß wirklich eine Zeit zur Fortpflanzung der Polarisation der Molekeln gehört, daß also diese hypothetische Trägheit des Eisens bei Annahme und Verlust des Magnetismus nicht weggeleugnet und nur auf das Entstehen von Gegenströmen zurückgeführt werden kann.

Die in §. 5 erwähnte Streitfrage löst sich danach sehr einfach: daß, wie Hr. Lenz angiebt, die Eisenkerne eine Rückwirkung auf die Stahlmagnete ausüben, ist unzweifelhaft; daß, wie Hr. Sinsteden behauptet, die Trägheit des Eisens das Entstehen des Magnetismus verzögert, ist ebenfalls wahr; es wirken also beide Gründe gleichzeitig. Welcher von beiden der vorherrschende ist, wird ganz von der Gestalt der Maschine abhängen.

Wenn ferner alle Versuche zeigen, daß nur ein aus dünnen Drähten bestehendes, von der Spirale ganz umgebenes Bündel den Magnetismus plötzlich verliert, gar kein Kern aber ihn plötzlich annimmt, so sollte man für alle Chronoskope und ähnliche Apparate, bei denen eine Au-

kerbewegung so gleichförmig wie möglich stattfinden soll, sich nur der Stromunterbrechung, nie der Schließung, und als Kerne nur der Drahtbündel bedienen.

Dafs das Entstehen des Magnetismus in einer sehr grofsen Eisenstange auch dann, wenn diese ganz von der magnetisirenden Spirale umgeben ist, nicht absolut unabhängig von der Leichtigkeit ihrer Polarisirbarkeit seyn kann, ist wohl ohne Versuche zu behaupten; das eine Ende erhält seinen Magnetismus, aufser von der Magnetisirungsspirale, auch vom anderen Ende. Die grofsen Elektromagnete, welche zu diamagnetischen Versuchen benutzt werden und welche auch nur zum Theil mit Spiralen bedeckt werden, müssen diesem verzögernden Einflusse noch mehr unterliegen.

Bern, im September 1858.

II. *Magnetische Rotationen unter Einfluss eines Stromleiters von unveränderlicher Gestalt;* *von Dr. v. Feilitzsch Prof. in Greifswald.*

Ampère behauptet an mehreren Stellen seiner elektrodynamischen Untersuchungen ¹⁾, dafs ein Magnet (oder ein gleichwerthiger geschlossener Leiter) keine continuirlichen Rotationen um einen geschlossenen Stromleiter vollführen könne, wenn alle Theile des letzteren unveränderlich unter einander verbunden seyen; vielmehr müsse zur Darstellung jener Erscheinungen die Stromverbindung im allgemeinen durch einen flüssigen Leiter vermittelt werden. Die Gründe zu diesem Ausspruch ergeben sich am besten aus der Ent-

1) U. a. *Extrait d'une lettre de M. Ampère à M. Faraday* 18. Avr. 1843. *Recueil d'observat. électrodynamiques* p. 366. *Lettre à M. Gerhardt sur divers phénomènes électrodynamiques; Ann. de chim. et de phys. Vol. 29, p. 373. (1825).*

wicklung der Formel, welche das Drehungsmoment eines Magneten unter Einfluss eines Stromleiters darstellt, und welche nach der Art, wie sie Ampère in seiner Note *sur l'action mutuelle d'un aimant et d'un conducteur voltaïque Paris 1828* allgemeiner giebt, hier für den einfacheren Fall wiederholt werden möge, bei welchem die Magnetaxe und der Stromleiter in einer Ebene liegen.

Sey zu dem Ende s in Fig. 8, Taf. IV der Südpol und n der Nordpol eines Magneten, und sey $l_1 l_2$ ein Stromleiter, in welchem die galvanische Thätigkeit von unten nach oben gerichtet ist, so wirkt bekanntlich ein Element am des letzteren von der Länge dx mit einer Kraft auf den Pol s , welche gemessen wird durch die Gröfse

$$\frac{\mu dx}{r^2} \sin \varphi,$$

wenn r den Abstand as des Stromelementes am vom Pole s bedeutet, wenn durch φ der Winkel asm zwischen der Stromesrichtung und der Zuglinie r bezeichnet wird, und wenn man unter μ die Gröfse der Wechselwirkung in der Einheit des Abstandes und für $\sin \varphi = 1$ versteht. Führt man nun den kleinen Winkel $asm = d\theta$ ein, welchen man als Zuwachs des Winkels $asg = \theta$ zwischen der Zuglinie r und der Magnetaxe betrachten kann, so ist $dx \sin \varphi = r \sin d\theta$ oder wegen der Kleinheit des Winkels

$$dx \sin \varphi = r d\theta.$$

Der obige Ausdruck geht sonach über in

$$\frac{\mu d\theta}{r}.$$

Mit der durch diesen Ausdruck gemessenen Kraft wird nun der Magnet zur Bewegung um das feststehende Stromelement, oder letzteres (eine Veränderung des Vorzeichens vorausgesetzt) zur Bewegung um den feststehenden Magneten angetrieben, und zwar nach einer Richtung, welche senkrecht steht auf der durch das Stromelement und dessen Verbindungslinie mit dem Magneten bestimmten Ebene. Es ergibt sich aber das Moment der Drehung des Stromelementes um die Magnetaxe unter alleinigem Einfluss des Poles s

durch Multiplication des durch die vorige Formel ausgedrückten Kraftinaafses mit dem kürzesten Abstand beider oder

$$ag = r \sin \theta.$$

Dieses Drehungsmoment ist sonach

$$= \mu \sin \theta \cdot d\theta.$$

In ähnlicher Weise findet man das Drehungsmoment für den Pol n , wenn man den Werth des Winkels zwischen der Magnetaxe und der von jenem ausgehenden Zuglinie mit θ' bezeichnet, und wenn man erwägt, dafs in n der entgegengesetzte Magnetismus von dem in s befindlichen angehäuft ist:

$$= - \mu \sin \theta' d\theta'.$$

Das von beiden Polen auf das Stromelement ausgeübte Drehungsmoment ist gleich der Summe der für jeden einzelnen gefundenen Werth und zwar:

$$= \mu [\sin \theta d\theta - \sin \theta' d\theta'].$$

Gehört nun das Stromelement einem zwischen l_1 und l_2 ausgedehnten Leiter an, und bekommen die Winkel θ und θ' für diese beiden Gränzen die Werthe θ_1 und θ_2 sowie θ'_1 und θ'_2 , so ergibt sich das Drehungsmoment für den ganzen Leiter durch das zwischen den angegebenen Gränzen genommene Integral des vorigen Ausdrucks

$$= - \mu [\cos \theta_2 - \cos \theta_1 - \cos \theta'_2 + \cos \theta'_1]$$

oder

$$= + \mu [\cos \theta_2 - \cos \theta_1 - \cos \theta'_2 + \cos \theta'_1],$$

je nachdem man den Leiter um den feststehenden Magneten oder den Magneten um den feststehenden Leiter rotiren läfst.

Bei allen continuirlichen Rotationen ist nun darauf zu denken, dafs man den wirksamen Theil l_1, l_2 des Schließungsbogens nicht symmetrisch auf beide Magnetpole zugleich wirken lasse. Unter diesen Umständen würden sich nämlich θ_2 und θ'_1 sowie θ_1 und θ'_2 zu 180° ergänzen; es würden also ihre Cosinusse als gleich und entgegengesetzt einander aufheben, und somit sich ein Drehungsmoment gleich Null ergeben. Am einfachsten beseitigt man die Wirkung des ei-

nen Poles dadurch, daß man ihn, wie in dem folgenden Versuche, gleichzeitig zum Stromleiter benützt. Indem er nämlich Stromleiter ist, wird er von dem Magnetpol eine Drehung erfahren, welche durch die erstere der obigen Formeln ausgedrückt ist, und indem er Magnetpol ist, würde er vom Stromleiter in Drehung versetzt werden, wie die letzte Formel es verlangt. Beide einander gleiche und entgegengesetzte Werthe heben sich aber gegenseitig auf und es wird somit der eine Pol unwirksam.

Demnächst muß es aber auffallen, und das ist es worauf die herangezogene Behauptung Ampère's sich stützt, daß in der obigen Formel alle von der Gestalt des Leiters abhängigen Größen ausgetreten sind, daß es vielmehr nur auf die durch die Winkel $\theta, \theta_2, \theta', \theta'_2$ bestimmten Abstände der Endpunkte l_1 und l_2 von den Polen s und n ankommt, welchen Werth das Drehungsmoment erhalte. Ist aber dieser Werth unabhängig von dem Wege, welchen der Strom zwischen den beiden Punkten l_1 und l_2 zurücklegt, so wird, da ein ungeschlossener Strom nicht denkbar ist, der von l_1 und l_2 auf irgend einem anderen Wege zurückkehrende Stromtheil genau die gleiche und entgegengesetzte Wirkung ausüben, als der bisher betrachtete, und aus diesem Grunde meint Ampère, könne ein geschlossener Stromleiter keine continuirlichen Rotationen um einen Magneten und ein Magnet keine continuirlichen Rotationen um einen geschlossenen Stromleiter vollführen, wenn alle Theile des Leiters eine unveränderliche Gestalt behielten. Ja es müßte sogar im allgemeinen die Stromverbindung durch einen flüssigen Leiter vermittelt werden, damit ein Theil sich unabhängig von dem feststehenden Antheile des geschlossenen Stromes bewegen könne.

Die veränderliche Gestalt des Stromleiters ist also in Ampère's Sinne eine *dynamische Nothwendigkeit* zur Darstellung continuirlicher elektromagnetischer Rotationen, und es müßte diesem beigespflichtet werden, wenn, wie es hier vorausgesetzt wurde, ein einfacher Hin- und Rückgang die einzig mögliche Darstellung eines geschlossenen Stromes

wäre. Es ist aber nicht an dem, vielmehr läßt sich durch Anwendung eines getheilten Schließungsbogens zeigen, daß continuirliche elektromagnetische Rotationen auch bei unveränderlicher Gestalt des Stromleiters dargestellt werden können.

Anstatt nämlich den Strom $l_1 a l_2$ bloß auf dem Wege $l_2 b l_1$ zurückkehren zu lassen, braucht man ihm nur noch einen zweiten oder noch mehr Wege wie $l_2 c l_1$ zur Rückkehr darzubieten, und man sieht sofort, daß auf diese Weise der beabsichtigte Zweck erreicht werden kann. Jetzt wirkt nämlich jeder rückkehrende Zweig nicht allein schwächer wegen der Theilung, sondern je zwei wirken auch von entgegengesetzten Seiten, und heben sich somit, zum größten Theil wenigstens, gegenseitig auf.

Um diese Idee zu realisiren liefs ich eine Anzahl von Kupferdrähten nach Art der Fig. 9, Taf. IV., so mit einander verbinden, daß sie etwa die Längengrade auf einem Globus darstellten. An der oberen Kreuzungsstelle waren sie durch eine Metallkappe mit einander in Verbindung gesetzt und an der unteren gegen eine hohle Metallhülse gelöthet, welche mit dem einen Pol eines Rheomotors in Verbindung gesetzt werden konnte. Durch die Axe der Hülse und die Axe der Kugel bewegte sich isolirt der andere Leiter, welcher unten mit dem anderen Pol des Rheomotors in Verbindung stand, und oben mit den zusammenlaufenden Verzweigungen des peripherischen Drahtsystems in metallische Berührung kam. Diese axiale Leitung bestand aus drei Stücken: das untere war ein starker Kupferdraht, oben mit einem Näpfchen versehen. Das zweite war ein kürzerer unten spitzer oben ebenfalls mit einem Näpfchen versehener Draht, welcher einen hufeisenförmigen Magneten trug, in dessen Biegung er parallel zu seinen Schenkeln eingeschraubt ward. Das oberste Stück bestand ebenfalls aus einem Kupferdraht, der mit seiner unteren Zuspitzung in das Näpfchen des mittleren Drahtes hinabreichte und mit seinem oberen Ende die peripherischen Drähte metallisch berührte. Der hufeisenförmige Magnet trug nun aber nicht

wie gewöhnlich an den beiden Enden der Schenkel die entgegengesetzten Pole, sondern hatte hier gleichnamige Pole, während der ungleichnamige sich in der Mitte der Biegung befand, da wo der Magnet zur Aufnahme des Mittelstücks der axialen Leitung durchbohrt war. Diese Form des Magneten wurde gewählt, um ihn gleichzeitig astatisch zu machen, und um den Strom durch einen Pol zu leiten, während die anderen sich in möglichst günstiger Lage zum wirksamen Antheil des festen Stromleiters befanden. Zur besseren Vermittelung der Leitung wurden die beiden Näpfchen mit einem Tropfen Quecksilber versehen.

Sind nun z. B. die beiden Schenkel des Magneten nordpolar, die Biegung aber südpolare, und läßt man in der axialen Leitung einen kräftigen Strom aufwärts und in den peripherischen Verzweigungen wieder abwärts steigen, so rotirt der Magnet infolge der Einwirkung des axialen Stromes der Erwartung gemäß im entgegengesetzten Sinne wie ein Uhrzeiger über einem nach oben gekehrten Zifferblatt. Mit der Umkehr des Stromes aber ändert er seine Richtung und rotirt im gleichen Sinne wie der Uhrzeiger.

Statt des Stahlmagneten wurde auch ein Elektromagnet von derselben Form in den Apparat gehängt. Der in der Drahtleitung umlaufende Strom erregte auch den Magneten. Der Erfolg war derselbe wie für den Stahlmagneten, nur änderte sich, wie leicht zu sehen ist, die Rotationsrichtung nicht mit der Stromesrichtung, sondern war nur abhängig von dem Sinne der den Elektromagnet umgebenden Windungen.

Durch eine kleine Abänderung derselben Vorrichtung ist man auch im Stande, den folgenden Trugschluss zu widerlegen, zu dem sich Ampère hatte verleiten lassen. Es befinde sich nämlich in *g* der Fig. 10, Taf. IV. der Querschnitt eines senkrecht zur Ebene der Figur stehenden Leiters, in dem ein Strom von unten nach oben steigen mag. Dieser Leiter soll sich mit Beibehaltung seiner Richtung und ohne Unterbrechung des Stromes in der punktirten Kreislinie be-

wegen können um den Nordpol n eines Magneten, dessen Südpol s außerhalb der Bahn liegt. Offenbar wird der Leiter sofort mit dem Eintritt des Stromes seine Stelle bei g verlassen, und im Kreise umherwandern bis er in h angekommen am Magnetstab selbst ein Hinderniß findet, welches die Vollendung und Wiederholung seines Kreislaufes unterbricht. Ampère ¹⁾ meint nun, es sey das durch den Magneten dargebotene Hinderniß nicht bloß ein mechanisches, sondern wesentlich auch ein dynamisches. Denn wäre es auch auf irgend eine Weise möglich, daß der Strom den Magnetstab zwischen g und h durchsetzen könnte, wie in Fig. 11, Taf. IV, so würde, in Folge der dadurch bewirkten Trennung des Magneten und der bekannten molecularen Anordnung der magnetischen Flüssigkeiten, der Strom jetzt nach derselben Richtung und in ungleich größerer Nähe einen Südpol σ vorfinden, nach welchen bisher der Nordpol n des Magneten lag. Ingleichen würde jetzt außerhalb der Kreisbahn und sehr nahe an derselben der Nordpol ν entgegentreten, und somit geschähe es, daß die ganze Bewegung, welche der Strom durch die primären Pole n und s auf seiner ganzen Bahn erhalten hätte, wieder aufgehoben würde durch den entgegengesetzten Bewegungsantrieb, welchen die obwohl schwächeren, aber ungleich näheren secundären Pole σ und ν auf den kleinen Rest der Bahn ausüben.

Allerdings würden die angedeuteten Schlußfolgerungen gerechtfertigt seyn, wenn man verlangte, daß ein Weg für den *Stromleiter* sich zwischen g und h quer durch den Magneten hindurch öffnen müßte. Einen Weg für den *Strom* ist man aber im Stande auch ohne Durchbrechung des Magneten herzustellen, wenn man die Substanz des Magneten selbst auf eine kurze Strecke als *Stromleiter* benutzt. Ingleichen ist es bequemer die Umkehr des Versuchs darzustellen, nämlich den Magneten unter Einfluß des feststehenden Leiters anstatt den Leiter unter Einfluß des feststehenden Magneten in Rotation zu versetzen.

1) *Note sur l'action mutuelle etc.* p. 17 ff.

Als Magneten bediente ich mich nun einer kreisförmigen Stahlscheibe, welche wie Fig. 12, Taf. IV andeutet innen concentrisch ausgeschnitten war, so daß der übrig gebliebene Ring etwa $1\frac{1}{4}$ Zoll Breite hatte. Dieser Ring wurde in radialer Richtung derart magnetisirt, daß alle Südpole nach dem Centrum, alle Nordpole nach der Peripherie sahen, und über der Mittellinie wurde eine concentrische Quecksilberrinne von Metallack aufge kittet, so daß auf ihrem Boden das Quecksilber den Stahl überall berührte.

Dieser Ring wurde nach Art von Fig. 13, Taf. IV über einen Kegel von starkem Papier gesteckt, in dessen Spitze eine Nähnadel eingekittet war. Das Ohr der letzteren diente dazu einen Faden aufzunehmen, mit dessen Hülfe die Magnetscheibe in horizontaler Richtung an irgend einen Draht der früher beschriebenen Vorrichtung aufgehängt wurde, nachdem der mittlere Antheil der axialen Leitung fortgenommen worden war. Das Näpfchen des unteren Theils jener Leitung wurde mit Quecksilber gefüllt, bis es über den Rand desselben hinwegstand, und die Magnetscheibe wurde in solche Höhe gebracht, daß sie mit der Indifferenzzone die Quecksilberkuppe eben berührte. Nachdem endlich die auf der Scheibe angebrachte Rinne ebenfalls mit Quecksilber gefüllt worden war, wurde die herabreichende Spitze vom obersten Theil der axialen Leitung in das Quecksilber der Rinne eingetaucht.

Es war nur noch nöthig, einen kräftigen Strom durch die ganze Vorrichtung zu senden, und die beabsichtigte Rotation trat in dem bekannten von der Stromesrichtung abhängigen Sinne ein. Die axiale Leitung treibt nämlich die zu beiden Seiten von ihr liegenden Nord- und Südpole absolut genommen in demselben Sinne zur Bewegung an. Auf die abseits und diametral gegenüberliegenden polaren Radien wirkt sie allerdings im entgegengesetzten Sinne bewegend, aber das geschieht wegen der größeren Entfernung mit geringerer Kraft, so daß der Sinn der Bewegung nur von den ersten hergeleitet zu werden braucht. Damit aber der rückkehrende Antheil des geschlossenen Ge-

sammtstromes die Wirkung des axialen Theiles nicht vernichte, ist er in der früher ausgeführten Weise in mehrere Leitungen vertheilt, die in entgegengesetzter Richtung sich um den ganzen Magneten bewegen.

Ich glaube durch das Mitgetheilte nachgewiesen zu haben:

- 1) dafs die unveränderliche Gestalt des Stromleiters bei continuirlichen elektromagnetischen Rotationen keine dynamische Nothwendigkeit ist, und
- 2) dafs, wenn ein galvanischer Strom einen Magneten durchsetzt, der Sinn der Wechselwirkung beider unabhängig ist von der molecularen Vertheilung, vielmehr nur abhängt von der idealen Vertheilung des Magnetismus in Magneten.

Greifswald den 10. Nov. 1858.

III. *Wellenlänge und Brechungsexponent der äufsersten dunklen Wärmestrahlen des Sonnenspectrums; von Dr. J. Müller in Freiburg.*

Nach meinen im letzten Sommer angestellten Versuchen, über welche ich im Heft XI dieses Jahrgangs d. Ann. berichtet habe, ist der Brechungsexponent der äufsersten dunklen Wärmestrahlen des Sonnenspectrums für Crown Glas ungefähr 1,506.

Dieses Resultat, welches sehr nahe mit dem von R. Franz erhaltenen (Pogg. Ann. CI) übereinstimmt, steht mit der Cauchy'schen Dispersionsformel im Widerspruch.

Bezeichnet n den Brechungsexponent für eine bestimmte Strahlenart, λ die entsprechende Wellenlänge, so ist die Cauchy'sche Formel:

$$\frac{1}{n^2} = a + \frac{c}{\lambda^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

wenn man die höheren Potenzen von $\frac{1}{\lambda}$ vernachlässigt.

Setzt man die der Fraunhofer'schen Linie *H* entsprechenden Werthe $\lambda = 0,000396$ und $n = 1,546$ (für Crown-glas) in Gleichung (1), so kommt

$$0,41839 = a + c \cdot 6376900 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Setzt man dagegen die der Fraunhofer'schen Linie *B* entsprechenden Werthe $\lambda = 0,00069$ und $n = 1,526$ in Gleichung (1), so kommt

$$0,42943 = a + c \cdot 2100400 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Durch die Combination der Gleichungen (2) und (3) er giebt sich

$$a = 0,43436$$

$$c = -0,0000000023477.$$

Setzen wir diese Zahlenwerthe in Gleichung (1), so kommt

$$\frac{1}{n^2} = 0,43436 - \frac{0,000000023477}{\lambda^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Es ist diefs die Cauchy'sche Formel für den speciellen Fall, dafs n den Brechungsexponenten für Crown-glas und λ die entsprechende Wellenlänge in Luft bezeichnet. Für $\lambda = \infty$ folgt aus dieser Gleichung

$$\frac{1}{n^2} = 0,43436$$

oder

$$n = 1,517$$

und diefs ist der *kleinste Werth* des Brechungsexponenten, welcher nach der Cauchy'schen Formel für Crown-glas möglich ist.

Während also der Brechungsexponent von 1,546 bis 1,526 abnimmt, wächst die Wellenlänge von 0,000396^{mm} bis 0,00069^{mm}; wenn aber nun der Brechungsexponent weiter von 1,526 nur noch bis 1,517 abnimmt, soll die entsprechende Wellenlänge nach der Cauchy'schen Formel von 0,00069^{mm} bis ins Unendliche wachsen, ein Resultat, welches an und für sich schon höchst unwahrscheinlich ist.

Für alle Werthe von n , welche kleiner sind als 1,517, also auch für den durch meine Versuche ermittelten Werth $n = 1,506$, giebt die Gleichung (4) imaginäre Werthe für λ . Während also nach Esselbach (Monatsberichte d. Berl. Acad. December 1855, S. 759) die Cauchy'sche Formel im ultravioletten Spectrum ziemlich ebensogut mit den Messungen stimmt, wie im sichtbaren, ist dieselbe mit einer so großen Ausdehnung des Spectrums über die rothe Gränze hinaus, wie dieselbe nach den Versuchen von Franz und mir in der That stattfindet, durchaus unvereinbar.

Bei der Entwicklung der Cauchy'schen Formel ist nur die Einwirkung der Aethertheilchen aufeinander in Betracht gezogen worden. Berücksichtigt man aber auch den Einfluss, welchen die an den Oscillationen nicht theilnehmenden ponderablen Atome auf die Aetheratome ausüben, so erhält man aus der Cauchy'schen die Gleichung:

$$\frac{1}{n^2} = a + b\lambda^2 + \frac{c}{\lambda^2} \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

welche Redtenbacher in seinem Dynamidensystem (Gleichung 50 auf Seite 136) entwickelt. (Zu derselben Gleichung ist, brieflichen Mittheilungen zufolge, auch Holtzmann, unabhängig von Redtenbacher und auf anderem Wege gelangt.)

Diese Redtenbacher'sche Formel, welche sich innerhalb des sichtbaren Spectrums sehr gut den Beobachtungen anschließt, steht nun auch mit meinen Beobachtungen nicht mehr in Widerspruch; sie giebt keinen Gränzwert für n , wie dies bei der Cauchy'schen Formel der Fall ist.

Setzen wir in Gleichung (5) die oben angegebenen Werthe von n und λ , welche der Fraunhofer'schen Linie H entsprechen, so kommt

$$0,41839 = a + b \cdot 0,000000157 + c \cdot 6376900 \quad . \quad (6)$$

Werden für n und λ die dem Fraunhofer'schen Streifen F entsprechenden Werthe, nämlich $n = 1,536$ und $\lambda = 0,000485$ in Gleichung (5) gesetzt, so erhält man

$$0,423855 = a + b \cdot 0,0000002353 + c \cdot 4251250 \quad . \quad (7)$$

Substituirt man endlich für n und λ die oben angegebenen, dem Streifen B entsprechenden Werthe in Gleichung (5), so ergibt sich

$$0,429428 = a + b \cdot 0,0000004686 + c \cdot 2100400. \quad (8)$$

Die Zahlenwerthe der Coëfficienten a , b und c ergeben sich durch Combination der Gleichungen (6), (7) und (8) und zwar ist

$$a = 0,43464$$

$$b = 268,2$$

$$c = -0,000000002555.$$

Die Gleichung (5) wird also, wenn λ die in Millimetern ausgedrückte Wellenlänge in Luft und n den entsprechenden Brechungsexponenten für Crown Glas bezeichnet

$$\frac{1}{n^2} = 0,43464 + 268,2 \lambda^2 - \frac{0,000000002555}{\lambda^2}. \quad (9)$$

Setzt man in diese Gleichung den aus meinen Beobachtungen abgeleiteten Brechungsexponenten 1,506 der äußersten dunklen Wärmestrahlen, so ergibt sich für die Wellenlänge derselben

$$\lambda = 0,0048^{\text{mm}},$$

ein Werth, welcher freilich mehr als doppelt so groß ist als derjenige, zu welchem ich in meinem Aufsatz über die thermischen Wirkungen des Spectrums gelangt bin. Diese Differenz kann aber nicht auffallend seyn, wenn man bedenkt, wie unsicher die Anwendung empirischer Formeln wird, wenn man sie, wie dort geschah, weit über die Grenzen hinaus anwendet, für welche ihre Coëfficienten bestimmt wurden. Jedenfalls ist der Werth $\lambda = 0,0048$ der Wahrheit weit näher als derjenige, welchen ich früher aus der rein empirischen Formel entwickelt habe.

Da die Wellenlänge für die äußersten fluorescirenden Strahlen $0,0003^{\text{mm}}$ ist, so sind die Wellenlängen für die nächst niederen Octaven dieser allerbrechbarsten Strahlen

$$0,0006^{\text{mm}}$$

$$0,0012$$

$$0,0024$$

$$0,0048.$$

Nehmen wir also den nach der Redtenbacher'schen Dispersionsformel berechneten Werth $\lambda = 0,0048$ für die Wellenlänge der äußersten dunklen Wärmestrahlen, so umfaßt demnach das ganze Sonnenspectrum vier ganze Octaven, von denen nicht ganz eine auf das sichtbare Spectrum kommt.

IV. *Untersuchungen über Elektromagnetismus;* *von Dr. J. Müller in Freiburg.*

Nachdem durch v. Feilitzsch die Vertheilung des Magnetismus im *Querschnitt* der Elektromagneten untersucht worden war und er gefunden hatte, daß die Magnetisirung in die Eisenstäbe gleichsam von Außen nach Innen eindringt, also bei schwachen magnetisirenden Kräften die äußeren Schichten bereits magnetisch sind, während der Kern noch unmagnetisch ist, schien es mir wichtig, auch zu untersuchen, welches die Vertheilung des Magnetismus in der Richtung der Axe eines Elektromagneten sey.

Aus theoretischen Gründen scheint es wahrscheinlich, daß die Elektromagnete in der Mitte ihrer Längsrichtung vollständiger magnetisirt sind, als an den Enden, oder mit anderen Worten, daß die Magnetisirung in der Mitte am stärksten ist und von da nach den beiden Enden hin abnimmt.

Denken wir uns einen geraden Eisenstab, auf welchen zwei Magnetisirungsspiralen so aufgeschoben sind, wie Fig. 14 Taf. IV andeutet, daß nämlich zwischen den beiden Spiralen ein Stück des Stabes frei bleibt, welches ungefähr doppelt so lang ist, als die zu beiden Seiten aus den Hülzen frei hervorragenden Enden des Stabes, so ist klar, daß die durchströmte Spirale 1 auf den Punkt *c* eben so stark magnetisirend wirkt, wie auf den Punkt *a*. Wenn aber die

Spirale 2 in gleicher Richtung durchströmt wird, wie die Spirale 1, so werden sich in *c* die Effecte der beiden Spiralen summiren, in *c* also eine stärkere Magnetisirung erfolgen müssen, als in *a* und *b*. In weit höherem Grade aber wird dieß der Fall seyn müssen, wenn auch der Zwischenraum zwischen *a* und *b* noch mit Drahtwindungen überdeckt ist, welche mit 1 und 2 in gleicher Richtung durchströmt werden.

Es war meine Absicht, diese Schlußfolgerungen durch Versuche zu prüfen und die Vertheilung des Magnetismus in der Längsaxe der Elektromagnete durch eine umfassendere Versuchsreihe zu ermitteln. Da ich aber fürchte, so bald keine Zeit zur Ausführung dieses Planes finden zu können, so will ich nicht zögern, einige hierher gehörige, vorläufige Versuche zu veröffentlichen.

An einem hufeisenförmig gebogenen Elektromagneten, welcher Fig. 15 Taf. IV in $\frac{1}{6}$ der natürlichen GröÙe dargestellt ist, war die Mitte des Bogens bei *g* ausgeschnitten und durch ein Messingstück ersetzt worden, so daß sich der Magnetismus des einen Eisenkernes nicht über *g* auf den andern ausbreiten konnte. Dieser Elektromagnet wurde nun in der Weise an einem Stativ befestigt, wie Fig. 271 im zweiten Theil meines Lehrbuchs der Physik (5. Aufl. S. 287) zeigt. Der obere Theil dieses Elektromagneten war nun auf beiden Seiten, d. h. vorn und hinten etwas flach gefeilt, damit man hier durch beiderseits angelegte Eisenplatten eine Eisenverbindung zwischen beiden Schenkeln herstellen und nach Belieben wieder unterbrechen konnte. An die Pole dieses Elektromagneten wurde nun entweder ein gewöhnlicher eiserner Anker, oder statt dessen ein ganz gleichgeformter Anker angesetzt, an welchem, wie Fig. 15 Taf. IV zeigt, der mittlere Theil von Messing war, so daß, wenn dieser Anker an die Pole angesetzt war, keine Fortpflanzung des Magnetismus von einem Pol durch den Anker zum andern Pol stattfinden konnte.

Die auf die beiden Schenkel aufgeschobenen Magnetisirungsspiralen waren so durchströmt, daß der eine der

beiden Pole *d* und *f* ein Nordpol, der andere ein Südpol wurde.

Als Elektromotor diente ein schwach geladener Bunsen'scher Becher; die Stromstärke wurde durch Einschaltung von Widerständen regulirt.

Es wurde nun für die verschiedenen in der folgenden Tabelle notirten, durch Ablenkung der Tangentenbussole gemessenen Stromstärken die Tragkraft des Elektromagneten bestimmt, und zwar einmal für den ganz eisernen Anker (*A*) und dann für den durch Messing unterbrochenen Anker (*B*), während oben entweder keine Eisenverbindung zwischen den beiden Schenkeln stattfand, oder während dieselbe durch Anlegen von Eisenplatten hergestellt worden war. Die folgende Tabelle giebt die Resultate einer solchen Versuchsreihe:

		Stromstärke.	4,25°	6,75°	10°	19°
1)	Anker <i>B</i> { oben offen		1 Pfd.	3½ Pfd.	5½ Pfd.	15 Pfd.
2)	Anker <i>B</i> { oben geschlossen		3½ " 7	" 12	" 16	"
3)	Anker <i>A</i> { oben offen		6½ " 11	" 14½	" 19½	"
4)	Anker <i>A</i> { oben geschlossen		14 " 17	" 19	" 20	"

Bei dem Arrangement No. 1 (Anker *B*, oben offen) wird die Summe zweier magnetisch vollkommen getrennter Elektromagnete gemessen. Auf das Schema Fig. 14 Taf. IV reducirt, geben uns diese Tragkräfte gleichsam ein Maafs für die Stärke des Magnetismus in den Polen *a* und *b* für den Fall, daß bei *c* eine Unterbrechung des Eisenstabes angebracht ist.

Bei der Anordnung No. 2 (Anker *B*, oben geschlossen) sind die bei No. 1 getrennten Elektromagnete durch die Eisenverbindung bei *c* gleichsam in einen einzigen verwandelt. Durch die Eisenverbindung bei *c* wirkt jeder der beiden Schenkel verstärkend auf den Magnetismus des andern, weshalb denn auch die Summe der Tragkräfte der beiden Pole *d* und *f* gröfser ist, als unter sonst gleichen Umständen bei dem Arrangement No. 1. Auf das Schema Fig. 14 Taf. IV

bezogen, geben uns die Tragkräfte unter No. 2 ein Maafs für den Magnetismus der freien Enden *a* und *b* für den Fall, dafs bei *c* keine Unterbrechung des Eisenstabes stattfindet.

Beim Arrangement No. 3 ist der bisher verwendete, durch Messing unterbrochene Anker durch einen ganz eisernen ersetzt und die Eisenverbindung bei *g* ist wiederum aufgehoben. Nun repräsentirt uns der ganz eiserne Anker das der Stelle *c*, Fig. 14 Taf. IV, entsprechende Mittelstück des Elektromagneten, während bei *g* die beiden freien Pole desselben sind. Dafs die Tragkräfte unter No. 3 sämmtlich gröfser sind, als bei gleicher Stromstärke die Tragkräfte unter No. 2, ist also ein experimenteller Beweis, dafs die Magnetisirung in der Mitte eines Elektromagneten stärker ist, als an den freien Enden.

Da man für die Anordnung No. 2 bei gleicher Stromstärke eine stärkere Magnetisirung erlangt, als für die Anordnung No. 1, so mufs man durch die Anordnung No. 4 auch einen stärkeren Magnetismus erzielen, als durch No. 3, was der Versuch auch vollständig bestätigt.

Die Herstellung einer Eisenverbindung zwischen den beiden Schenkeln des Elektromagneten, Fig. 15 Taf. IV, hat einen um so bedeutenderen Einflufs auf die Magnetisirung, je geringer die Stromstärke ist. Als der Strom nur $4,25^{\circ}$ Ablenkung an der Tangentenbussole hervorbrachte, gab die Anordnung No. 4 eine 14 Mal stärkere Tragkraft, als die Anordnung No. 1. Als dagegen der kräftige Strom, welcher 19° Ablenkung an der Tangentenbussole bewirkte, ohnehin schon eine kräftige Magnetisirung der Eisenstäbe bewirkte, war die Tragkraft für die Anordnung No. 4 nur $1\frac{1}{2}$ Mal gröfser, als für No. 1.

Freiburg, den 8. November 1858.

V. *Ueber die Anzahl der Meteoriten und Betrachtungen über ihre Rolle im Weltgebäude;
vom Freiherrn von Reichenbach.*

VII.

Wenn man da oder dort mit den Leuten auf die Meteoriten zu sprechen kommt, so hört man fast überall, wie sie das Ding als Curiosum betrachten, das so selten, wie ein Komet, in Jahrzehnten irgend einmal in einem Lande zum Vorschein komme, ohne weiter viel Bedeutung zu haben. Das vernimmt man nicht bloß von Schreibstubenleuten, sondern oft genug selbst von solchen, die einen naturwissenschaftlichen Katheder inne haben. Es möchte sich daher der Mühe vielleicht lohnen, mit einigen Zeilen zu prüfen, wie es sich damit verhalten möge, *welche extensive Bedeutung die ganze Erscheinung der Meteoriten habe oder nicht.*

Die größte Vereinigung von solchen steinernen Gästen ist wohl die Kaiserliche in Wien, die nunmehr 136 verschiedene Meteoriten besitzt. Meine Sammlung steht ihr jetzt noch um 18 Steinfälle (sogenannte Localitäten) nach. Unter meinen Localitäten möchten etwa 20 sich befinden, welche die kaiserliche Sammlung nicht hat; wir besitzen also zusammen in Wien die Repräsentanten von 156 Meteoritenfällen.

Unter diesen befindet sich jedoch eine Anzahl, welche nicht bei ihrem Niederfallen beobachtet worden, sondern die man auf dem Erdboden gefunden oder ausgegraben hat; diess sind namentlich Elbogen, Caille, Tazewell, Karthago, Caryfort, Seeläsgen, Arva, Lenarto, Bemdego, Durango, Löwenflufs, Zacatecas, alle Toluca, Bohumiliz, Hainholz, Mainz, Misteka, Tucuman, Schwetz, Ashville, Atacama, Pallas, Bitburg, Burlington, Guildord, Cap, Clair-

borne, Cocke County, Lokport, Madoc, Red River, Putnam, Kentucky, Santa Rosa, Rasgata, Ruff, Senegal, Sevier und einige andere mir unbekannt gebliebene. Wir haben also hier 39, zufällig auf dem Boden gefundene, beim Niederfallen *nicht* beobachtete Meteoriten. Dazu kommen noch einige in frühern Zeiten gefallene, die ich aus der Periode meiner Berechnung ihres zu weiten Zeitabstandes wegen ausschliessen muß, nämlich Ensisheim von 1492, Agram von 1751, Tabor und Liponas von 1753, Lucé und Mauerkirchen von 1768, und Sigena von 1773, also 7 Aërolithen. Diefs giebt zusammen 46 Fälle. Diese müssen wir von obigen 145 abziehen und behalten somit ziemlich genau 100 wirklich beobachtete Meteorsteinfälle übrig, welche in beiden jetzt in Wien befindlichen Sammlungen vertreten sind. Man kann ohne Bedenken annehmen, dafs diese etwa von zwei Drittheilen aller wahrgenommenen und bekannt gewordenen Luftsteinfällen Exemplare aufzuweisen vermögen. Es dürften folglich bisjetzt etwa 150 Steinregen überhaupt wirklich beobachtet worden seyn.

Von den gelehrten Körperschaften anerkannt wurden sie erst im Jahre 1803 und 1808, als die Steinfälle von L'Aigle in Frankreich, Stannern in Deutschland und früher von Yorkshire in England sich zutrugen und durch wissenschaftliche Commissionen an Ort und Stelle untersucht, bewährt und die Thatsache der Steinregen festgestellt wurde. Von da an bis heute haben wir jetzt gerade ein halbes Jahrhundert.

Im Anfange wurden noch nicht viele Fälle beobachtet; erst beiläufig von dem Jahre 1820 an wurde die Aufmerksamkeit allgemeiner und namentlich durch den verdienstvollen und unermüdlichen Chladni darauf gerichtet. Gehen wir jedoch zurück bis auf das Jahr 1783 und nehmen wir an, dafs es ungefähr 75 Jahre her seyen, seit welchen die Steinfälle unter den europäischen Völkern etwas bekannter geworden und deren Eintreffen einigermaßen beobachtet worden ist. Vertheilen wir nun die beobachteten 150 Aërolithen über diese 75 Jahre, so ergiebt sich, dafs jedes

Jahr zwei Meteoritenfälle sich zugetragen haben müssen, also in je 182 Tagen Einer gefallen ist.

Mit diesem Ergebnisse trifft auch die Berechnung von Greg zusammen, der in einer Abhandlung im *Philosophical Magazine* für November und December 1854 eine Liste aller bekannt gewordenen Meteoritenfälle liefert. Er giebt von 1800 bis 1854, also in den letzten 54 Jahren, 115 Meteoritenfälle an, folglich jährlich ebenfalls nahezu deren zwei.

Allein das ist bei weitem noch nicht die Anzahl der vorgekommenen Steinregen. Denn lange nicht alle niedergegangenen Meteore sind beobachtet worden. Erstens besteht die Hälfte unserer Zeit aus der Nacht und alles, was während dieser vom Himmel stürzt, fällt irgendwohin, und schlägt sich meist in den Erdboden ein, wo es Niemand sieht und folglich Niemand findet. Aus diesem einzigen Grunde folgt, dafs jährlich nicht zwei, sondern wenigstens vier Fälle stattfinden müssen.

Jedoch auch von denen, die man am hellen Tage am Himmel ziehen sieht oder donnern hört, ja selbst im Niederfallen gewahrt, werden die meisten nicht gefunden. Erst vor wenigen Tagen sah ein versammeltes Heerlager bei Neunkirchen und Terniz, unweit Wiener-Neustadt, ein solches Meteor leuchtend über sich wegziehen, hörte Donner und Knall, und gewahrte, wie es in der Nachbarschaft zersprang und niederfiel. 30- oder 40,000 Mann Soldaten waren Zeugen davon und doch hat Niemand den Meteorstein aufgefunden, der dort zur Erde kam, ungeachtet man darnach suchte. Gewifs wird nicht der dritte Theil der Steine, deren Erscheinung man beobachtet, wirklich aufgefunden, und somit müssen statt vier, mindestens zwölf Steinfälle jährlich stattfinden, wahrscheinlich mehr, ich will jedoch hierbei stehen bleiben.

Nun bestehen aber drei Viertheile der Erdoberfläche aus Meer, und von allen Meteoriten, welche in dieses fallen, wird kein einziger aufgehoben, sie gehen spurlos verloren. Viermal so viel Luftsteine müssen aus diesem Grunde niedergehen, als wir habhaft zu werden vermögen, also

48 Fälle müssen jährlich über Land und Meer stattfinden.

Da jedoch bei weitem nicht alle Meteoriten beobachtet werden, auch bei Tage nicht, namentlich alle diejenigen nicht, welche nicht zerplatzen und folglich kein Getöse machen, und weil eine Menge davon in Wäldern, Haiden, Gebirgen oder in Gegenden niederfällt, wo gerade keine Leute anwesend oder für die Beobachtung zureichend aufmerksam sind, so ist es klar, dafs zahlreiche Aërolithenfälle vorkommen, die ganz und gar nicht wahrgenommen werden und von denen kein Mensch irgend etwas erfährt. Man bedenke nur, dafs auf dem ungeheuren Raume von Schweden, Dänemark und Norwegen noch nicht ein einziger Meteorit gefunden oder auch nur beobachtet worden ist¹⁾, ebenso dafs ganz Portugal, Sicilien noch keinen geliefert hat. Sicherlich beträgt die Hälfte der vorkommenden Fälle; damit erhöht sich ihre Anzahl von 48 mindestens auf 96.

Nun aber kommen wir erst zu dem gewichtigsten Factor. Wir erlangen ja nicht die Aërolithen vom ganzen Festlande unseres ganzen Planeten, sondern nur von einigen Culturländern, von Deutschland, Frankreich, England u. s. w.; alles andere, was in Asien, Neuholland, Afrika und Amerika niederfällt, ist für uns fast verloren. Es fragt sich also, der wievielte Theil des trocknen Erdbodens es sey, von welchem wir Meteoriten bekommen.

Die Erdoberfläche beträgt beiläufig $9\frac{1}{3}$ Millionen geographische Quadratmeilen und der trockene Antheil davon $2\frac{1}{3}$ Millionen. Nun nimmt an Flächenraum ein:

Frankreich	10,000 Quadratmeil.
Deutschland	12,000 "
Großbritannien und Irland . . .	8,000 "

dazu kommen einige Antheile von
Ungarn, etwas von Italien und
Spanien, und europäisch Rußland,
von Cap der guten Hoffnung, von

Latus 30,000 Quadratmeil.

1) Das ist nicht strenge richtig; siehe diese Ann. Bd. 96, S. 341. P.

Transport 30,000 Quadratmeil.

Amerika, von Ostindien, wo überall hie und da ein einzelner Meteorit beobachtet worden ist; die Bruchtheile von allen diesen mögen zusammen in Anschlag gebracht werden mit 20,000 "

Zusammen 50,000 Quadratmeil.

Diefs ist nun derjenige Antheil an der Landoberfläche des Erdballs, von welchem uns bisjetzt Meteoriten geliefert worden sind. Theilt man nun diese Zahl in die der trockenen Erdoberfläche von 2,333,000, so ergibt sich, dafs wir nur vom 47sten Antheile derselben Meteoriten erhalten haben. Wir haben also die Zahl 96 mit 47 zu vervielfachen, und gelangen somit auf 4500 jährliche Steinregen auf dem Erdballe.

Theilen wir nun diese Zahl mit den 365 Tagen des Jahres, so bekommen wir für jeden Tag desselben 12 Meteoritenfälle.

Und es ergibt sich, dafs auf beiläufig 770,000 Quadratmeilen, d. h. auf den zwölften Theil der Erdoberfläche, täglich durchschnittlich Ein Aërolith vom Himmel fällt.

Man sieht aus diesem Ergebnisse, dafs die Meteoriten häufig genug vorkommen, um eine Erscheinung auszumachen, die uns nicht gar so weit abliegt; 12 Meteoriten täglich, 4500 jährlich, worunter man Stücke kennt, die Hunderte von Centnern wiegen, sind nicht mehr eine ganz geringfügige Sache. Ich glaube, dafs ich noch unter der Wahrheit bleibe, wenn ich einen Aërolithenregen in den andern auf einen Zentner Gewicht anschlage; dies angenommen, so würde die Erde einen jährlichen Zuwachs von 4500 Centnern erhalten. Diefs betrüge in einem Jahrtausend $4\frac{1}{2}$ Millionen Centner. Nehmen wir nun vom Alter der Erde nur eine Million Jahre, was für kosmische Zeiten doch nur eine Kleinigkeit ist, so hätte der Erdball in diesem Zeitraume einen Zuwachs von vier bis fünf tausend Millionen Zentnern erhalten. Es kann aber auch noch

Millionen Jahre so fortgehen, und unser Planet kann so aus unabsehbaren vergangenen und unendlichen kommenden Zeiten allmählich zu einem Zuwachse von einer Billion Zentnern gelangen. — Wird das dann immer so fort und fort gleichgültig, wird es ohne Wirkung auf das Gleichgewicht, die Planetenstellung und den Lauf der Erde bleiben? Das ist denn doch, auch ohne erst dielsfalls den Rechenstab anzulegen, nicht eben glaublich, und wir sehen, dafs die geringfügig scheinenden Meteoriten am Ende die Weltstellung unseres Wohnsitzes anzutasten und noch unberechnete Eingriffe in seinen Haushalt zu machen drohen. Freilich zeigt die Rechnung, dafs der Erdball ein Gewicht von 100,000 Trillionen Centnern hat; doch der Tropfen höhlt den Stein aus.

Auch *den Mond* dürfen wir dabei nicht übersehen. Wir haben zwar noch keine fremden Körper auf seiner Oberfläche ankommen sehen; aber so gewifs Meteoriten auf der unserigen ankommen, so sicher fallen sie auch auf die seinige, und was der Erde in dieser Hinsicht zu prognostiziren ist, findet auch auf den Mond seine Anwendung. Und wenn wir die entlegenen Himmelskörper, die oberen und unteren Planeten, nicht aufser acht lassen, und mit grofser Wahrscheinlichkeit annehmen wollen, dafs auch sie mit Meteoriten beschüttet werden, so gerathen wir unmittelbar vor den Asteroidenring, der nicht viel anderes als ein Meteoritenkranz seyn wird, dem die Vereinigung seiner Theile noch abgeht.

Auf der anderen Seite liegt hier die Frage nahe, was denn die Erde jetzt wäre, wenn niemals ein Luftstein darauf gefallen seyn würde? Wie viele Millionen Jahre geht das schon so fort? Ging es vielleicht immer so? Geht es vielleicht zurück ganz bis zum Ursprung der Erde? Hat vielleicht die Erde und jeder andere Planet angefangen mit der ersten Vereinigung zweier Meteoriten, dann dreier, vierer, hunderter, hunderttausender? ist vielleicht die ganze Erde, ist vielleicht jeder Planet nichts anderes als eine allmähliche Anhäufung von Millionen kleiner und gröfserer Meteoriten? Gab es im Anfange vielleicht mehr und grö-

fsere Meteoriten und sind vielleicht die kleinen, welche heute uns heimsuchen, die Ueberbleibsel, die Brosamen von dem, was unser einst reich besetztes Sonnensystem erfüllte? Giebt es vielleicht Meteoriten mit Wasser?

Das kann man freilich so recht nicht wissen. Aber so viel ist sicher, dafs wenn auch nicht alles davon wirklich ist, denn doch ein aliquoter Theil davon innerhalb der Gränzen der erfahrungsmäfsigen Wahrheit liegt, auf festen Thatsachen ruht und deswegen nicht übergangen werden darf.

Auch die geologischen Zustände der Erde stellen sich damit nicht eben in Widerspruch. Wir finden zwar die neptunische Oberfläche auf ihr, unsere Flötzgebirge in keinerlei Uebereinstimmung mit den Beschaffenheiten der Meteoriten, was jene als spätere Gebilde des Wassers auch nicht seyn können; allein es wird sich doch fragen, ob bei genaueren Nachsuchungen keine hieher bezüglichen Thatsachen auf der Erdoberfläche vorfindlich seyen. Ich habe schon in einer vorangegangenen Abhandlung darauf aufmerksam gemacht, dafs in Liberia ein Bergwerk auf gediegenen Eisen umgeht, das allen Schilderungen nach in seine Bergart so eingesprengt ist, dafs man es für nichts anderes, als für ein meteoritisches Vorkommen halten kann. Ebenso soll am oberen Senegal dem Vernehmen nach eine Reihe kleiner Hügel sich befinden, die ganz aus dem Gedieneisen bestehen, welches wir von dort für unsere Sammlungen erhalten haben, und das ganz wohl charakterisirtes Meteoreisen ist. Am Fischflusse nördlich vom Cap der guten Hoffnung hat Capitain Alexander Eisenmassen in grosser Menge über einen ganzen Landstrich zerstreut vorgefunden, die offenbar alle von einem einzigen Falle herrührten. Aehnlich verhält es sich mit den vielen Eisenmassen aus dem Tolucahale, denen von Otumpa oder Tucuman, von Durango, Zacatecas, Bemdego bei Bahia und anderen mehr. Das alles giebt zwar Massen, die tausende von Zentnern betragen, aber noch nicht wesentlich in die Geognosie eingreifen.

Anders verhält es sich mit gewissen noch einigermaßen räthselhaften Gesteinen, die wir bisher zu den plutonischen zählen zu sollen glauben. Hieher gehören vor allem andern manche *Dolerite*, z. B. der vom Meißner in Hessen, der dort einen vereinzelt Berg ausmacht, wie die Berichte angeben. Stellenweise hat er so viel Aehnlichkeit des äußeren Ansehens mit manchen Meteorsteinen, daß man beide beinahe verwechseln könnte, und daß Kenneraugen dazu gehören, um nicht getäuscht zu werden. Feldspath, Augit und Magneteisen sind die vorwaltenden Bestandtheile; es findet sich aber auch Olivin, Schwefelkies und Eisenglimmer darin fein zertheilt. Und während die hauptsächlichsten Bestandtheile des Dolerits fast alle in den Meteoriten vorkommen; so besitzen umgekehrt die Meteoriten nur wenige, die nicht auch in den Doleriten vorkämen, wenigstens gewiß, zum Geschlechte der Feldspäthe zählend, ihnen ganz nahe liegen; wesentlich nimmt nur das Gediogeneisen hierbei eine Ausnahmstellung ein. Wir haben aber auch Meteoriten ohne Gediogeneisen, Stannern, Juvenas, Alais, Bishopville u. s. w. Der Dolerit liegt bald auf Glimmerschiefer, bald auf Alpenkalk, bald auf rothem Sandsteine, bald auf Basalt, auf Wacke; er hat also keine Regel und reiht sich nirgends in die Altersfolge der Formationen ein; er ist ein sporadischer Findling. In dieser Verlegenheit hat man ihn den basaltischen Gebirgen beigezählt und unter dem Namen Dolerit ziemlich verschiedenartige Felsarten zusammengefaßt. Schwerlich sind sie alle von gleichartigem Herkommen, und es wird einer genauen Prüfung und Vergleichung bedürfen, um zu erfahren, ob nicht manche davon nichts geringeres als große Meteoriten seyen und nur als solche jetzt Theil an der Zusammensetzung des Erdballs nehmen. Ihr schroffes isolirtes Auftreten trägt noch dazu bei, sie verdächtig zu machen, und es wird längerer genauerer Untersuchungen bedürfen, um über die Dolerite vom gegenwärtigen Gesichtspunkte aus Sicherheit zu erlangen.

Da wir auf der Erdoberfläche nicht tiefer dringen können,

als bis zum Granite und Gneise und diese Felsarten, wie wir nun wissen, von nicht sehr altem Herkommen sind, wir es aber hier nicht mit der später entstandenen Kruste, sondern mit den Kernmassen unseres Planeten zu thun haben; so bleibt uns nur noch der Ausweg, bei den Vulkanen, beim Basalte und den Laven anzufragen über das, was größere Tiefe verbirgt. Da ist es denn gewiß auffallend, daß die Mineralspecies, welche wir in den Meteoriten gewahren, zumeist in den vulkanischen und plutonischen Gesteinen sich wiederfinden und damit beide in eine gewisse Nähe gerathen, deren Zusammenhang wir noch nicht verstehen. So finden wir beiderseits Augite, Feldspäthe, Hornblendes, Olivine, Schwefeleisen, Magneteisen, Labrador, Oligoklas, Anorthit u. s. w. als Hauptbestandtheile. Es müssen also da unten tief unter den Vulkanen Gesteinmassen vorhanden seyn, die den nähern Bestandtheilen nach fast ganz übereinstimmen mit unseren Meteoriten und die in hohem Grade Verdacht erregen müssen, daß das Innere unserer Erde entweder selbst die mineralogische Constitution eines Meteoriten habe, oder aber, wie nicht ganz unwahrscheinlich, ganz und gar aus einem Aggregate von Meteoriten überhaupt bestehe.

Wollen wir einen Blick auf die Reihenfolge der *Gebirgsformationen* werfen, aus welchen die uns zugängliche Rinde der Erde besteht; so finden wir namentlich im Flötzgebirge eine mehrmalige Wiederholung von Gesteinarten, von kohlensaurem Kalk, von Sandsteinen, von Thonlagern, von Trümmergesteinen und zwischen ihnen große Kohlenablagerungen, welche Ueberreste vorangegangener lebendig gewesener organisirter Wesen sind. Wir erkennen, daß alle diese Gebilde den jetzt lebenden nach Grundkräften ganz gleich, nach Formen aber, in denen diese Kräfte sich ausgeprägt haben, durchaus verschieden von der jetzt lebenden organischen Welt sind. Es hat also Lebwelten gegeben, die untergegangen sind, und diese Untergänge haben sich öfters wiederholt. Schlamm und Schutt haben sich über jene gestürzt und sie begraben. Fragen wir nun nach

den Ursachen dieser Katastrophen, so wissen wir keine anzugeben; wir stehen vor den ungeheuren Thatsachen, ohne ihre Entstehung zu begreifen, und suchen nach Erklärungen in den Störungen, welche die Gestirne bei möglichen Näherungen auf einander ausüben, und durch welche das Gleichgewicht der Meere aufgehoben werden könnte. Zu solchen Muthmassungen können wir gewiss mit Recht noch die Meteoriten fügen. Wenn große meteoritische Massen sich mit der Erde vereinigt haben, so mußten sie nach bekannten Gesetzen nothwendig erst über die Erde einige Male rundherum laufen, zerschellen und dabei Störungen auf der Erdoberfläche verursachen, welche die Meere aus der Gleichgewichtslage brachten. Unermessliche Ueberschwemmungen mit allen ihren Zerrüttungen sind dann die unausbleiblichen Folgen davon. Diefs beansprucht keine andere Bedeutung, als die einer Möglichkeit, darf aber doch aus ihrer Waagschale nicht ausgelassen werden, weil sie nicht weit abliegt. Die geologischen Katastrophen sind einmal da, und die Meteoriten sind auch da; so wie einer von bedeutender Größe auftritt, so *müssen* solche Umwälzungen auf der Erdoberfläche die unausbleibliche Folge seyn.

Hierher gehört weiter der *chemische Bestand* der Vergleichungsobjecte. Auffallenderes giebt es doch kaum etwas, als dafs einige hundert Analysen, die meisten von unsern ausgezeichnetsten Scheidekünstlern ausgeführt, in keinem einzigen Meteoriten irgend einen Grundstoff aufgefunden haben, der nicht auf unserer Erde schon vorrätig wäre. Kein Meteorit hat aus des Himmels Höhen uns irgend etwas neues, irgend ein Metall oder sonst ein unbekanntes Ding mitgebracht; alles ist schon da und reichlich da. Wir sind also einander auf keine Weise fremd, die Meteoriten und die Erde; wir sind sichtlich Geschwister und kommen von derselben Mutter.

Die *zunehmende Wärme*, welche die Erde nach innen hin zeigt, die Destillationsproducte, welche sie uns an brennbaren Oelen und strömenden Gasen liefert, die heißen Sprudelquellen, welche aus der Teufe aufsteigen, die vulkani-

schen Feuer endlich sind damit allerdings noch nicht erklärt. Allein wir haben ja an den Meteoriten ein Analogon in den Feuer- und Lichterscheinungen, mit welchen sie der Erde sich nähern, in der Hitze, mit welcher sie auf dem Boden ankommen, und in der durchweg geschmolzenen Oberfläche, deren schwarzer Ueberzug den vollständigen Repräsentanten der Lava ausmacht. Die Licht- und Feuererscheinungen, welche Biot bis auf eine Höhe von 60 Meilen über dem Erdboden schon wahrnehmbar angiebt, in einer Höhe, wo die atmosphärische Luft wohl nicht den Grund dazu abzugeben vermag, sind bis jetzt noch nicht besser erklärt als die Feuer unserer Vulkane mit der feuerflüssigen Schicht unter unseren Füßen, und für die einen wie für die andern helfen wir uns mit Hypothesen. Aber so viel ist gewiss, dafs beide, Erde und Meteoriten, durch Feuererscheinungen durchgingen und durchgehen, die von der höchsten Hitze begleitet sind und Schmelzungen der streng flüssigsten Substanzen auf ihnen erzeugen. Die feurige Schicht unter der nassen Erdkruste und die Schlackenrinden der Meteoriten sind ganz und gar ähnlich; erstere braucht Jahrtausende zu ihrer allmählichen Abkühlung, letztere sind in etlichen Stunden kalt.

Nehmen wir noch das *specifische Gewicht* in Anspruch. Das des Gesamtballs beträgt bekanntlich 5,4, das der reinen Steinmeteoriten beträgt nach Hrn. Rumler bei Alais 1,70, bei Capland 2,69, bei Stannern 3,17, bei L'Aigle 3,39, bei Blansko 3,70, bei Madoc 3,72, bei Hainholz 4,61, bei Pallas 6,48. Bei den vielen Eisenmassen zwischen 6,82 und 7,90. Ich habe 128 Wägungen von Hrn. Rumler zusammengezählt und die Summe der specifischen Gewichte durch diese Zahl getheilt; auf diesem Wege bekam ich für das durchschnittliche specifische Gewicht aller Meteoriten, welche die kaiserliche Sammlung in Wien besitzt, Steine und Eisenmassen, die Zahl 5, kam also damit ganz nahe heran an das des Erdballs. Also auch hierin finden wir Gründe der Aehnlichkeit zwischen Erdball und Meteoriten; ihre specifischen Gewichte sind so viel wie gleich.

Auch nach ihrer Verschiedenheit unter einander lassen sich die Meteoriten mit den Planeten parallelisiren. Einmal nach der *Größe*, die vom Jupiter bis zum kleinsten Asteroiden eben so verschieden ist, als von den Eisenhügeln am Senegal bis zu einem Aërolithen von Siena: das andere Mal nach dem *Stoffbestande*. Wir haben angenommen, daß das specifische Gewicht der Planeten vom Neptun bis zum schweren Merkur weit von einander absteht und sind dadurch berechtigt, auf eine stoffige Zusammensetzung von sehr verschiedener Art oder Proportion zu schliessen. Die Meteoriten wechseln im specifischen Gewichte von 1,70 bis fast 8, und wenn wir die Meteoriten von Alais und von Stannern vergleichen mit denen von Elbogen, Cap und Charlotte, so finden wir einen Unterschied in der Materie und Verhältnissen ihrer Vertheilung, daß man von diesem Gesichtspunkte aus Planeten und Meteoriten ganz gleichen Schrittes gehen sieht.

Fassen wir nun das Gesagte in engen Rahmen zusammen, so finden wir;

- 1) daß täglich wenigstens 12, jährlich 4500 Meteoriten auf die Erde niederfallen;
- 2) daß davon manche sehr klein, manche aber groß und mehrere hunderte und tausende von Zentnern schwer sind;
- 3) große Massen die auf der Erde zerstreut umherliegen, wie manche Dolerite, scheinen meteoritischen Ursprungs zu seyn;
- 4) und so müssen diese endlich nothwendig auf das Gleichgewicht der Erde einigen Einfluß nehmen;
- 5) die auf ihrer Oberfläche sich wiederholenden Flötzformationen mit ihren verschütteten Lebewelten können einzelnen großen Meteoritenstürzen und ihren Folgen zugeschrieben werden;
- 6) die Mineralspecies, die sich in den Meteoriten vorfinden, gewahren wir fast alle in den vulkanischen und plutonischen Gesteinen des Erdballs.
- 7) die Grundstoffe, welche die Meteoriten enthalten, sind ohne Ausnahme auf der Erde schon vorrätzig;

- 8) das specifische Gewicht der Erde und das der Gesamtheit der Meteoriten ergibt sich als gleich. Die Verwandtschaft ist also von allen Seiten überaus groß;
- 9) selbst die Erdwärme mit ihrer Zunahme nach der Tiefe und die Laven sammt den vulkanischen Feuern reihen sich an an die Feuererscheinungen und die Rindenschmelzhitze, mit welcher die Meteoriten ihren Zutritt zur Erde bezeichnen;
- 10) die Erde zeigt somit auffallende Analogien mit den Meteoriten und ist möglicherweise selbst nichts anderes als ein Aggregat von Meteoriten.
- 11) Trabanten, Asteroïden und Planeten befinden sich in ähnlichen Verhältnissen;
- 12) die Größen-Verschiedenheiten der Planeten unter sich sind proportional denen der Meteoriten unter sich. Dasselbe läßt sich für die Stoffverschiedenheiten aus der Erfahrung ableiten.

Der gemeinschaftliche Knotenpunkt, in welchem alle diese Fäden zusammenlaufen, ist nun sichtlich nichts anderes, als eine Hinweisung auf die Wahrscheinlichkeit, daß alle planetarischen Körper mit unserer Erde von keinem andern als von meteoritischem Ursprunge sich ableiten. Mit gleichem Rechte würde man umgekehrt sagen: Die Meteoriten alle sind augenscheinlich nichts anderes als kleine Planeten, die in unserem Sonnensystem umlaufen. Vom größten Planeten bis zum kleinsten Meteoriten besteht nur Eine fortlaufende Reihe. Und werfen wir noch einen Blick zurück auf das, was ich in meiner letzten Abhandlung auseinander zu setzen bemüht war, so würde die Stellung der Meteoriten ziemlich genau zwischen die Asteroïden und die Kometen fallen.

VI. *Ueber die isomeren Zustände des Zinnoxyds, so wie über das Verhalten desselben und das anderer elektro-negativer Metalloxyde in ihrer Lösung in Chlorwasserstoffsäure; von Heinr. Rose.*

Z i n n o x y d.

Die beiden isomeren Modificationen des Zinnoxyds, auf welche zuerst Berzelius aufmerksam gemacht hat, zeigen das verschiedene Verhalten gegen Reagentien besonders in ihren Verbindungen mit Chlorwasserstoffsäure. Die Auflösung des wasserfreien Zinnchlorids in Wasser verhält sich vollkommen gleich einer Lösung des krystallisirten Zinnchloridhydrats, welches man erhält, wenn man durch eine concentrirte Lösung von Zinnchlorür Chlorgas leitet; beide unterscheiden sich wesentlich von der chlorwasserstoffsäuren Lösung des Zinnoxyds, welches durch Oxydation des metallischen Zinnes mittelst Salpetersäure erhalten und durch Waschen mit Wasser von aller Salpetersäure befreit worden ist. Berzelius nannte bekanntlich das Oxyd aus dem Chloride Zinnoxyd *a*, und das durch Salpetersäure erhaltene Oxyd Zinnoxyd *b*. Letzteres ist die Metazinnsäure von Fremy.

Ich habe früher ausführlich auf die Unterschiede dieser verschiedenen Lösungen aufmerksam gemacht¹⁾; in möglichster Kürze will ich dieselben hier wiederholen.

In der wässerigen Lösung des Zinnchlorids und des krystallisirten Zinnchloridhydrats bringt verdünnte Schwefelsäure keinen Niederschlag hervor, wenn die Lösung nicht mit einer außerordentlich großen Menge von Wasser verdünnt worden ist (in welchem Falle alles Zinnoxyd fallen kann). Ebenso wenig erzeugen die Lösungen der schwefelsäuren Alkalien darin Fällungen. In der concentrirten oder mit wenig Wasser verdünnten Lösung des durch Sal-

1) Pogg. Ann. Bd. 75, S. 1.

petersäure erzeugten Oxyds *b* in Chlorwasserstoffsäure (wenn diese nicht zu viel freie Chlorwasserstoffsäure enthält) erzeugen verdünnte Schwefelsäure und Lösungen von schwefelsauren Alkalien starke Niederschläge, und die ganze Menge des Zinnoxids wird in Verbindung mit Schwefelsäure gefällt. In Chlorwasserstoffsäure sind diese Niederschläge löslich.

Chlorwasserstoffsäure trübt die Lösungen des Zinnchlorids nicht; die Lösung des Zinnoxids *b* in Chlorwasserstoffsäure ist aber in überschüssiger Chlorwasserstoffsäure nicht löslich und wird durch dieselbe gefällt; es wird aber nicht die ganze Menge des Zinnoxids niedergeschlagen. In Wasser ist übrigens der Niederschlag löslich.

Eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd im Ueberschufs zu der Lösung des Zinnchlorids gesetzt, giebt einen Niederschlag von Chlorsilber und von zinnsaurem Silberoxyd, welche beide in Ammoniak vollständig löslich sind. Versetzt man aber die chlorwasserstoffsäure Lösung des Oxyds *b* mit einem Ueberschufs von salpetersaurem Silberoxyd, so wird von dem entstandenen weissen Niederschlag nur das Chlorsilber durch einen Ueberschufs von Ammoniak aufgelöst und es bleibt *b* Zinnoxid ungelöst.

Galläpfelaufgufs erzeugt in der Lösung des Chlorids keinen Niederschlag, auch wenn noch etwas Chlorwasserstoffsäure hinzugefügt worden ist. In der chlorwasserstoffsäuren Lösung des Oxyds *b* wird dadurch, wenn auch nicht sogleich, wohl aber nach einiger Zeit, ein gelblich weifser Niederschlag hervorgebracht.

Wird die Lösung des Zinnchlorids mit Weinsteinsäure versetzt, so bleibt die Flüssigkeit klar, wenn sie mit Ammoniak übersättigt wird. Aus der chlorwasserstoffsäuren Lösung des Oxyds *b* wird nach dem Zusetzen von Weinsteinsäure durch einen Ueberschufs von Ammoniak das Zinnoxid gefällt.

Werden die Lösungen der Oxyde *a* und *b* in Chlorwasserstoffsäure mit vielem Wasser verdünnt und einige Zeit hindurch gekocht, so entstehen dicke voluminöse Nie-

derschläge der Oxyde *a* und *b*, die sich im Aeufsern sehr ähnlich sind, welche aber, in Chlorwasserstoffsäure gelöst, sich eben so verschieden verhalten, wie die ursprünglichen chlorwasserstoffsauren Lösungen. Fügt man aber zu der Auflösung des Zinnchlorids in nicht zu wenigem Wasser Chlorwasserstoffsäure, so verhindert man die Ausfällung des Oxyds durchs Kochen. Wenn man dann unter Erneuerung des verdampften Wassers, während man von Zeit zu Zeit kleine Mengen von Chlorwasserstoffsäure hinzufügt, einige Stunden, oder so lange kocht, bis eine herausgenommene Probe der Flüssigkeit nach dem Erkalten durch verdünnte Schwefelsäure gefällt wird, so ist in der Lösung das Oxyd *a* in das Oxyd *b* verwandelt worden. Dasselbe geschieht, wenn man die Lösung des Zinnchlorids in Wasser, bei gewöhnlicher Temperatur, sehr lange (mehrere Jahre hindurch) stehen läßt ¹⁾.

Sehr verschieden verhalten sich indessen die chlorwasserstoffsauren Lösungen der beiden Oxyde, wenn man sie der Destillation unterwirft, und dieses verschiedene Verhalten kann uns einige Aufklärung über die verschiedene Art geben, wie dieselben in ihren Lösungen mit der Säure verbunden sind.

Werden die wässerigen Lösungen des Zinnchlorids oder des krystallisirten Zinnchloridhydrats in einer Retorte erhitzt, so verflüchtigt sich mit den Dämpfen des Wassers, wenn sie anfangen concentrirt zu werden, zuerst zwar etwas Chlorwasserstoffsäure, dann aber Chlorwasserstoffsäure und Zinnoxid zugleich, oder vielmehr es verflüchtigt sich Zinnchlorid gemeinschaftlich mit den Wasserdämpfen; die Lösung in der Retorte trübt sich dabei nicht. Unterbricht man die fernere Destillation, so kann in der Retorte noch die Verbindung des Zinnchlorids mit Wasser krystallisiren; sie enthält aber neben dem Zinnchlorid noch gröfsere oder geringere Mengen von Zinnoxidhydrat ist aber im Wasser löslich. Setzt man die Destillation noch weiter fort, so entwickelt sich viel Zinnchlorid und Chlorwasserstoffsäure, und nach dem Glühen der Retorte bleibt in derselben Zinn-

1) Das Folgende enthält neue Resultate.

oxyd zurück, aus welchem man durch Ammoniak geringe Spuren von Chlorwasserstoffsäure ausziehen kann.

Auch durch einen Zusatz von concentrirter Schwefelsäure zur Zinnchloridlösung kann man das Zinnchlorid bei der Destillation nicht zersetzen und die Verflüchtigung desselben mit den Wasserdämpfen hindern. Die Lösung trübt sich bei einer gewissen Concentration, wird aber nach einiger Zeit wieder klar. Sie enthält neben der Schwefelsäure Zinnchlorid. Dampft man sie in der Retorte so weit ab, daß die Schwefelsäure sich zu verflüchtigen anfängt, so werden die Dämpfe derselben von wasserfreiem Zinnchlorid begleitet; es bleibt dann noch schwefelsaures Zinnoxid als eine weißse Masse zurück, die sich in wenigem Wasser noch lösen kann, wenn dasselbe längere Zeit damit in Berührung gelassen wird.

Selbst auch ein Zusatz von Salpetersäure ist nicht im Stande, eine Verflüchtigung des Zinnchlorids zu verhindern und aus demselben viel Zinnoxid abzuscheiden. Die Lösung wird während der Destillation anfangs nicht getrübt; es geht mit den Wasserdämpfen Zinnchlorid und Salpetersäure über, und bei größerer Concentration schmilzt der Rückstand; beim Glühen geht Zinnchlorid über und Zinnoxid bleibt zurück. Eine Auflösung von metallischem Zinn in Königswasser, in welchem sich durch den Chlorgehalt desselben Zinnchlorid gebildet hat, verhält sich ähnlich; bei einem richtigen Verhältnisse von Chlorwasserstoffsäure und von Salpetersäure kann man es dahin bringen, daß fast alles Zinn als Zinnchlorid übergeht, und fast gar kein Zinnoxid in der Retorte zurückbleibt ¹⁾.

- 1) Bei allen diesen Versuchen wurde die Gegenwart des Zinnoxids in den Destillaten durch Schwefelwasserstoffwasser aufgefunden. Die Entdeckung desselben durch Erzeugung des gelben Niederschlags von Schwefelzinn wird aber unsicher, wenn das Destillat salpetrichte Säure enthält, die sich durch Einwirkung der Salpetersäure auf Chlorwasserstoffsäure bildet und welche mit Schwefelwasserstoff einen Absatz von Schwefel hervorbringt. Bei flüchtiger Untersuchung ist es dann möglich, in einer Lösung Zinnoxid zu vermuthen, in der nichts davon enthalten ist. In diesen Fällen ist es am besten, die salpetrichte Säure in der Lösung

Wird die chlorwasserstoffsäure Lösung des Zinnoxys *b* der Destillation unterworfen, so verhält sie sich wesentlich verschieden von der Lösung des Zinnchlorids. Sie trübt sich durchs Erhitzen. Das Destillat enthält nur Chlorwasserstoffsäure aber kein Zinnoxid, und nur zuletzt, wenn der Rückstand in der Retorte fast trocken geworden ist, entwickelt sich, wenn das angewandte Zinnoxid noch Spuren von Salpetersäure enthielt, etwas Chlor und es bildet sich etwas wenig Zinnchlorid, das überdestillirt. Wird die chlorwasserstoffsäure Lösung noch mit vieler Chlorwasserstoffsäure versetzt, der Destillation unterworfen, so verhält sie sich eben so.

Versetzt man die chlorwasserstoffsäure Lösung des Oxyds *b* mit concentrirter Schwefelsäure, wodurch sogleich ein dicker Niederschlag entsteht, und unterwirft sie der Destillation, so wird selbst dadurch nicht das Zinnoxid mit der Chlorwasserstoffsäure zu Zinnchlorid vereinigt, sondern die Lösung wird vollständig zersetzt. Es destillirt nur Chlorwasserstoffsäure über; bei einer gewissen Concentration der Flüssigkeit wird dieselbe klar; von nun an destilliren Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure gemeinschaftlich über, und es läßt sich von der Lösung durch den Zusatz von Schwefelsäure alle Chlorwasserstoffsäure abdestilliren, während schwefelsaures Zinnoxid zurückbleibt, das, mit Wasser übergossen, nach längerem Stehen sich in demselben auflöst. Während also das Zinnchlorid fast gar nicht, oder nur in einem geringen Maasse durch Schwefelsäure zersetzt wird, wird aus der chlorwasserstoffsäuren Lösung des Oxyds *b* bei der Destillation mit Schwefelsäure die Chlorwasserstoffsäure vollständig ausgetrieben.

Auch durch einen Zusatz von Salpetersäure, durch welche die Lösung des chlorwasserstoffsäuren Zinnoxys *b* getrübt wird, wird bei der Destillation nur ein Theil des Zinnoxys als Zinnchlorid verflüchtigt. Wenn der Rück-

durchs Erwärmen derselben mit etwas Harnstoff zu zerstören, eine Methode, welche bekanntlich zuerst Milton bei der Darstellung des salpetersauren Aethyloxyds angewandt hat.

stand in der Retorte ganz dick wird, bildet sich durch das entstandene Chlor etwas Zinnchlorid. Die Destillate enthalten Chlorwasserstoffsäure und Salpetersäure und es bleibt Zinnoxid in der Retorte zurück. Es ist klar, daß durch ein angemessenes Verhältniß von Salpetersäure und von Chlorwasserstoffsäure sich mehr Zinnchlorid bilden muß.

Aus diesem verschiedenen Verhalten der Lösungen des Zinnchlorids und der chlorwasserstoffsäuren Lösung des Oxyds *b*, wenn sie der Destillation unterworfen werden, ergibt sich, daß in letzterer Lösung die Chlorwasserstoffsäure und das Zinnoxid sich nicht zu Chlorid vereinigen, und daß eine solche Vereinigung nicht einmal durch Zusetzen von concentrirter Schwefelsäure bewirkt wird. Der Unterschied beider Lösungen besteht also wohl wesentlich darin, daß die eine wirkliches Chlorid enthält, die andere aber chlorwasserstoffsäures Zinnoxid.

Die Vereinigung der elektro-negativen Oxyde mit Chlorwasserstoffsäure zu Chloriden, scheint häufig nicht durch bloßes Lösen der Oxyde in der Säure bewirkt zu werden. Wir wissen, daß die beiden Modificationen der arsenichten Säure, die glasartige und die krystallinische, nach ihrer Lösung in Chlorwasserstoffsäure in derselben noch in ihren verschiedenen Zuständen vorhanden sind, und daß die amorphe Säure sich in der Lösung erst bei der Concentration durch Krystallisation unter Lichterscheinung in die krystallinische verwandelt. Aber es ist uns bei keinem anderen Metalle wie beim Zinn ein so großer Unterschied zwischen der Lösung eines Chlorids und der eines chlorwasserstoffsäuren Oxyds bekannt.

Die beiden Modificationen des Zinnoxids, des *a* und des *b* Oxyds, wenn sie aus den verschiedenen Lösungen geschieden sind, unterscheiden sich also dadurch, daß die eine nach ihrem Auflösen in Chlorwasserstoffsäure sogleich Chlorid, die andere aber chlorwasserstoffsäures Oxyd bildet.

Die Chloride und die chlorwasserstoffsäuren Oxyde anderer Metalle verhalten sich bei der Destillation ihrer Lö-

sungen nicht auf eine so eigenthümliche Art, wie die Verbindungen des Zinns.

Antimonoxyd und Antimonsäure.

Wird Antimonoxyd oder Schwefelantimon in Chlorwasserstoffsäure gelöst, wird darauf zu der Lösung Wasser und so viel Chlorwasserstoffsäure hinzugefügt, daß kein weißer Niederschlag sich absondert, dieselbe dann der Destillation unterworfen, so geht zuerst mit den Wasserdämpfen Chlorwasserstoffsäure über; später enthält dieselbe Antimonchlorid und endlich verflüchtigt sich wasserfreies Chlorid, das schon im Halse der Retorte zu einer festen krystallinischen Masse erstarrt.

Versetzt man die chlorwasserstoffsäure Lösung des Antimonoxys mit Schwefelsäure und unterwirft die Lösung der Destillation, so verflüchtigt sich zuerst Chlorwasserstoffsäure und dann Antimonchlorid; wenn aber die Schwefelsäure anfängt sich zu verflüchtigen, so ist im Destillate kein Antimon mehr aufzufinden, das als schwefelsaures Oxyd in der Retorte zurückbleibt. Fügt man aber zu demselben Chlorwasserstoffsäure, so erhält man durch die Destillation wiederum Antimonchlorid, und man würde endlich alles Antimon als Chlorid durch die Destillation verflüchtigen können, wenn zum Rückstand von Zeit zu Zeit Chlorwasserstoffsäure hinzugefügt wird. Bei einem gehörigen Uebermaße derselben ist also die Schwefelsäure ohne Wirkung auf Antimonchlorid.

Fügt man aber zu der chlorwasserstoffsäuren Lösung des Antimonoxys Salpetersäure und unterwirft das Ganze der Destillation, so destilliren nur Chlorwasserstoffsäure und Salpetersäure über, aber kein Antimon. Nur zuletzt, wenn keine Salpetersäure sich mehr entwickelt, destillirt eine sehr geringe Menge des Superchlorids Sb Cl^5 über, das sich zum Theil als krystallinisches festes Hydrat im Halse der Retorte ansetzt, zum Theil aber durch den Einfluß der Hitze unter Chlorentwicklung in Antimonchlorid, Sb Cl^3 , zersetzt wird. In der Retorte bleibt Antimonsäure zurück.

Unterwirft man eine Lösung von Antimonsäure in Chlorwasserstoffsäure der Destillation, so findet man im Destillate kein Antimon. Nur zuletzt, wenn der Rückstand in der Retorte fast trocken geworden ist, zeigt sich dasselbe in den letzten Tropfen des Destillats. Es ist aber darin nicht als Antimonsäure, sondern als Antimonoxyd, oder vielmehr als Antimonchlorid enthalten, und die aus der Retorte ausgeblasene Luft zeigt einen schwachen Chlorgeruch. Es hat sich zuletzt etwas vom Hydrat des Antimonsuperchlorids gebildet, das durch erhöhte Temperatur unter Chlorentwicklung sich in Antimonchlorid verwandelt.

Arsenichte Säure und Arseniksäure.

Wird die Lösung der arsenichten Säure in sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure der Destillation unterworfen, so verflüchtigt sich anfangs höchst wenig Arsenikchlorid; nur wenn die Lösung concentrirt wird, destillirt dasselbe im aufgelösten Zustand über, und es bleibt kein Rückstand in der Retorte, wenn dieselbe zuletzt stärker erhitzt wird.

Mengt man zu einer solchen Lösung eine bedeutende Menge von concentrirter Schwefelsäure, etwa ein gleiches Volumen, so wird bei der Destillation gleich anfangs mit den ersten Wasserdämpfen viel Chlorarsenik verflüchtigt, und es destillirt dasselbe so lange über, bis die Schwefelsäure sich zu verflüchtigen anfängt; dann verflüchtigen sich nur Spuren von arsenichter Säure und von Chlorwasserstoffsäure als Chlorarsenik; die rückständige Schwefelsäure enthält endlich gar keine Chlorwasserstoffsäure mehr, aber noch bedeutende Mengen von arsenichter Säure. Wenn daher in der Lösung die arsenichte Säure und die Chlorwasserstoffsäure bei der Destillation sich zu Chlorarsenik verbinden, so kann die concentrirte Schwefelsäure, wenn keine freie Chlorwasserstoffsäure mehr vorhanden ist, eine Zersetzung des Chlorarseniks bewirken. — Fügt man dann aber zu dem Rückstand vorsichtig von Neuem Chlorwasserstoffsäure, so findet sich im Destillate wiederum Chlorarsenik, und man kann mit Leichtigkeit alles Arsenik

als Chlorid überdestilliren, wenn man hinlänglich Chlorwasserstoffsäure auf die schwefelsaure arsenichte Säure einwirken läßt. Die gänzliche Verflüchtigung des Arseniks als Chlorid geht auf diese Weise ungleich schneller und vollständiger von statten, als die Verflüchtigung des Antimonchlorids unter gleichen Verhältnissen.

Wird viel Chlornatrium mit wenig arsenichter Säure gemengt, dann mehr oder weniger Wasser und endlich concentrirte Schwefelsäure hinzugefügt, so destillirt alles Arsenik als Chlorarsenik über; denn wenn hinlänglich Chlorwasserstoff in Verhältniß zu der Menge der arsenichten Säure vorhanden ist, so kann Schwefelsäure keine Zersetzung des Chlorarseniks bewirken.

Wird eine wäßrige Lösung von arsenichter Säure mit verdünnter Salpetersäure versetzt, und das Ganze der Destillation unterworfen, so enthält das Destillat kein Arsenik; der Rückstand in der Retorte aber ist nach gehöriger Concentration in Arseniksäure verwandelt.

Auch wenn man zu einer Lösung von arsenichter Säure in verdünnter Chlorwasserstoffsäure Salpetersäure hinzugefügt, und dann das Ganze destillirt wird, so entweicht kein Arsenik, sondern nur salpetrichte Säure und Chlorwasserstoffsäure, und es bleibt Arseniksäure zurück.

Der Erfolg bleibt derselbe, wenn zu der chlorwasserstoffsäuren Lösung der arsenichten Säure neben der Salpetersäure noch concentrirte Schwefelsäure hinzugefügt wird. Es verflüchtigt sich kein Arsenik, und es bleibt Arseniksäure in der Retorte zurück.

Wenn man zu einer wäßrigen Lösung der arsenichten Säure chlorsaures Kali, und darauf nach und nach Chlorwasserstoffsäure hinzufügt, so verflüchtigt sich bei der Destillation kein Arsenik, und wenn im Destillate geringe Spuren davon gefunden werden, so sind diese durchs Sprützen übergerissen worden. Dasselbe ist auch der Fall, wenn man arsenichte Säure in Chlorwasserstoffsäure auflöst und dann chlorsaures Kali hinzufügt. Es bildet sich Arseniksäure. — Wenn in diesem Falle Spuren von Arsenik sich

verflüchtigen, so rührt dieß davon her, daß man nach und nach das chloresaurer Kali zu der Lösung brachte, und die Destillation begonnen hatte, ehe die ganze Menge der arsenichten Säure in Arseniksäure verwandelt worden war. Es konnte dann also etwas Arsenikchlorid sich verflüchtigen.

Wird durch eine Lösung von arsenichter Säure in Chlorwasserstoffsäure so viel Chlorgas geleitet, als davon aufgenommen wird, und das Ganze dann der Destillation unterworfen, so verflüchtigt sich kein Arsenik, oder nur äußerst geringe Spuren, und diese sind entweder durch Spritzen in das Destillat übergeführt, oder es war nicht hinlänglich Chlorgas durch die Lösung geleitet worden. Diese geringe Mengen von Arsenik sind durch das übergegangene Chlorgas in der Flüssigkeit der Vorlage zu Arseniksäure oxydirt worden. Fast die ganze Menge des Arseniks bleibt als Arseniksäure in der Retorte zurück.

Bekanntlich giebt es kein der Arseniksäure entsprechendes Chlorid. Wenn man daher Arseniksäure oder ein arseniksaures Salz in fester Form mit Chlornatrium mengt, und das trockne Gemenge mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, so bildet sich das Chlorid As Cl_3 nebst freiem Chlor.

Wird aber eine concentrirte wässrige Lösung der Arseniksäure selbst mit rauchender Chlorwasserstoffsäure versetzt, der Destillation unterworfen, so entweicht keine arsenichte Säure, oder vielmehr das derselben entsprechende Chlorid. Nur zuletzt erhält man eine höchst geringe Spur davon und wenn man dann das Destillat in eine sehr verdünnte Lösung von Jodkalium leitet, so wird dieselbe sehr schwach gelb gefärbt; es hat sich also dann Chlor gebildet, aber so wenig, daß man die Bildung desselben nur auf diese Weise erkennen kann.

Man erhält eben so wenig im Destillate arsenichte Säure, oder nur äußerst kleine Spuren davon, wenn man zu einer Lösung von Arseniksäure Chlorwasserstoffsäure und dann eben so viel concentrirte Schwefelsäure hinzufügt und das Ganze der Destillation unterwirft.

Vielfache Versuche haben gezeigt, daß die Gegenwart organischer Substanzen, selbst wenn diese in überwiegender Menge vorhanden sind, die Erzeugung und Verflüchtigung von Chlorarsenik nicht hindern. Man kann daher die arsenichte Säure aus damit vergifteten organischen Substanzen auf eine einfache und zweckmäßige Weise ausscheiden, wenn man sie in Chlorarsenik verwandelt.

Diesen Weg hat F. C. Schneider ¹⁾, später auch Fyfe ²⁾ vorgeschlagen, und die Methode des ersteren wird auf die Weise ausgeführt, daß die zu untersuchende organische Substanz in grobe Stücke zerschnitten, in eine tubulirte Retorte gebracht, Steinsalz oder geschmolzenes Kochsalz in Stücken und so viel Wasser hinzugefügt wird, daß das Gemenge mit letzterem überdeckt wird. Man läßt nach und nach concentrirte Schwefelsäure nachfließen und erwärmt die Retorte sehr langsam. Es destillirt zuerst Wasser und verdünnte Chlorwasserstoffsäure und sodann mit dieser Chlorarsenik über. Man setzt die Destillation nicht zu lange fort. Um zu sehen, ob alle arsenichte Säure aus der Retorte sich verflüchtigt hat, ist es freilich nothwendig, eine kleine Menge der zuletzt überdestillirten Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoffwasser zu probiren.

Wenn man dafür sorgt, daß kein Uebermaafs von Schwefelsäure vorhanden ist, so enthält das Destillat keine schweflichte Säure; der Inhalt der Retorte schwärzt sich zwar, doch gewöhnlich nicht sehr bedeutend. Man vermeidet die Erzeugung der schweflichten Säure leicht, wenn man gegen ein Atomgewicht von Chlornatrium nur ein gleiches Atomgewicht von Schwefelsäurehydrat anwendet.

Geschmolzenes Kochsalz und Steinsalz haben vor dem gewöhnlichen Kochsalz den Vortheil, daß die Schwefelsäure auf erstere langsamer einwirkt.

Wenn nur arsenichte Säure in der Substanz enthalten ist, so wird alles Arsenik als Chlorarsenik übergetrieben,

1) Pogg. Ann. Bd. 85, S. 433.

2) Journ. f. pract. Chem. Bd. 55, S. 103.

und in der zerstörten organischen Substanz läßt sich kein Arsenik mehr nachweisen.

Bei Anwesenheit mehrerer organischer Substanzen, namentlich von sogenannten Kohlenhydraten, Brot u. s. w., geht von organischen Substanzen nichts über, was für eine Bestimmung des Arseniks nachtheilig wäre. Man kann daher, wenn man annähernd die Menge der arsenichten Säure bestimmen will, das Destillat mit Schwefelwasserstoffwasser versetzen, um aus der Menge des Schwefelarseniks die der arsenichten Säure zu berechnen.

Ist hingegen in der organischen Substanz viel Fett enthalten, so ist die Destillation etwas unangenehmer, indem auf die Oberfläche der Flüssigkeit sich eine Fettschicht setzt, wodurch ein Stossen und Ueberspritzen verursacht wird. Es setzt sich auch in dem Destillate ein fettartiger Körper ab, wodurch die Bestimmung des Arseniks auf die angeführte Art minder genau ausfällt. In diesem Falle, oder überhaupt wenn das Destillat nicht wasserhell und rein ist, muß man in demselben durch chloresaures Kali die arsenichte Säure in Arseniksäure verwandeln und diese als arseniksaure Ammoniak-Magnesia bestimmen.

Man hat vorgeschlagen, statt mit Chlornatrium und Schwefelsäure mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure die organische Substanz zu übergießen. Das Chlorarsenik verflüchtigt sich aber in diesem Falle später, so daß der Inhalt der Retorte sich bedeutend schwärzt, ehe alles Arsenik sich verflüchtigt hat.

Ist in der vergifteten Substanz statt arsenichter Säure Arseniksäure enthalten, so kann bei Gegenwart von organischen Substanzen durch Destillation mit Chlorwasserstoffsäure in der That viel arsenichte Säure im Destillate erhalten werden, doch nur, wenn der Inhalt der Retorte schwarz zu werden anfängt. Noch mehr arsenichte Säure verflüchtigt sich, wenn ein arseniksaures Salz, Chlornatrium, Schwefelsäure und organische Materie der Destillation unterworfen werden. Man könnte wohl die ganze Menge der Arseniksäure als Chlorarsenik verflüchtigen, wenn man von

Zeit zu Zeit die Mengen des Chlornatriums und der Schwefelsäure erneuern würde. Es bildet sich hierbei nicht schweflichte Säure, wenn Chlornatrium in gehöriger Menge vorhanden ist.

Man kann indessen mit Leichtigkeit alle Arseniksäure als arsenichte Säuren verflüchtigen, wenn man erstere vorher mit etwas schweflichter Säure reducirt. Man erhält dann dieselbe vollständig im Destillate, ehe der Inhalt der Retorte schwarz zu werden anfängt. Um zu vermeiden, dafs in diesem Falle das Destillat mit schweflichter Säure verunreinigt werde, kann man den Ueberschuß derselben durch eine Lösung von Eisenchlorid zerstören.

Hat man daher aus einer organischen Substanz das Arsenik zu scheiden, dasselbe mag als arsenichte Säure oder als Arseniksäure oder als beide darin enthalten seyn, so ist der Gang der Untersuchung auf folgende Weise am zweckmäßigsten anzustellen: Man unterwirft die Substanz in einer tubulirten Retorte mit Kochsalz und Schwefelsäure der Destillation und setzt dieselbe so lange fort, bis eine geringe Menge des Destillats mit Schwefelwasserstoffwasser keine gelbe Fällung oder Färbung erzeugt. Man bringt dann in die Retorte neue Mengen von Schwefelsäure und von Chlornatrium, so wie etwas schweflichte Säure und läßt das Ganze einige Zeit hindurch bei der gelindesten Wärme digeriren. Nachdem man darauf in die Retorte Eisenchlorid gebracht, setzt man die Destillation weiter fort und destillirt den Theil des Arseniks als Chlorarsenik über, der als Arseniksäure in der vergifteten Substanz enthalten war.

Aus den angeführten Versuchen ergiebt sich, dafs wenn eine Lösung von arsenichter Säure in Königswasser, welche Arseniksäure enthält, der Destillation unterworfen wird, Chlorarsenik sich verflüchtigen kann, wenn organische Materien zugleich darin enthalten sind. Dessenungeachtet ergeben die oben erwähnten Versuche, dafs diese Methode, das Arsenik abzuscheiden, welche Malaguti und

Sarzeau angegeben haben ¹⁾, der von F. C. Schneider früher angegebenen an Genauigkeit nachstehen muß.

Wird reines Schwefelarsenik mit Chlornatrium und Schwefelsäure der Destillation unterworfen, so kann zuletzt, wenn das schwefelsaure Natron sich auszuschcheiden anfängt, etwas Arsenik als Chlorarsenik überdestilliren. Denn Schwefelarsenik ist nicht ganz unzersetztbar durch concentrirte Chlorwasserstoffsäure, und ich habe schon früher darauf aufmerksam gemacht, daß eine Trennung von Schwefelantimon und von Schwefelarsenik vermittelst concentrirter Chlorwasserstoffsäure wohl bei qualitativen Analysen, aber nicht bei quantitativen anzuwenden sey ²⁾.

VII. Ueber ein basisches Zersetzungsproduct des Aldehydammoniaks; von W. Heintz und J. Wislicenus.

Die ursprünglich vollkommen farblosen und durchsichtigen Krystalle von Aldehydammoniak färben sich unter Entwicklung von Feuchtigkeit und starkem Ammoniakgeruch leicht gelb. Namentlich geschieht dies, wenn sie im Anfang nicht ganz trocken waren, oder durch Liegen an der Luft Feuchtigkeit anzogen. Die Einwirkung des Lichtes beschleunigt diese Zersetzung um ein Bedeutendes, ja ist vielleicht eine der nöthigen Bedingungen dazu, scheint aber für sich allein die Umwandlung nicht hervorbringen zu können, da mehrere Proben vollständig trockner, in Glasröhren eingeschmolzener Krystalle von Aldehydammoniak sogar bei längerer Dauer der Lichteinwirkung selbst des directen Sonnenlichtes ganz ungefärbt blieben. Noch energischer als das Licht wirkt die Wärme zersetzend auf das Aldehydammoniak ein

1) Journ. f. pract. Chem. Bd. 60, S. 107.

2) Ausführl. Handb. d. analyt. Chem. Bd. II, S. 425.

Poggendorff's Annal. Bd. CV.

denn sie vermag die Umwandlung schon für sich allein zu veranlassen und durchzuführen. Es bleibt dabei zuletzt eine gelbbraune, unkrystallisirbare, schmierige Masse von widrigem Geruch, wie von verbrannten Thierstoffen, und intensiv bitterem Geschmack zurück, welche getrocknet ein harzartiges Ansehen gewinnt, sich etwas in Wasser, sehr leicht in Alkohol, aber kaum in Aether löst und zum größten Theile aus einem neuen basischen Körper besteht. In den gewöhnlichen Mineralsäuren löst sie sich, indem dabei die Farbe dunkler wird, und starker Alkohol schlägt dann, namentlich leicht aus der schwefelsauren Lösung, salzartige Verbindungen flockig nieder, welche vom Wasser sehr leicht aufgenommen werden, und aus denen sich die Basis durch Kali, Natron und Ammoniak wieder abscheiden läßt, während sich die Säuren durch die ihnen charakteristischen Reagentien nachweisen lassen.

Im November vorigen Jahres veröffentlichte Professor v. Babo ¹⁾ in einer Arbeit über das Aldehydammoniak eine vorläufige Mittheilung der bisherigen Resultate der Untersuchung des nämlichen, damals von uns bereits seit einigen Monaten bearbeiteten basischen Körpers. Er stellte darin für ihn, nach der Analyse der Platinchloridverbindung allein, eine Formel auf, hatte es indessen augenscheinlich noch nicht mit reiner Substanz zu thun, da die von ihm gefundenen Werthe meist noch etwas fern von den berechneten abliegen. Wir hatten zu jener Zeit ebenfalls bereits einige Elementaranalysen ausgeführt, indessen stimmten die Ergebnisse derselben noch weniger zu der von v. Babo angenommenen Formel, schienen vielmehr auf eine andere, allerdings ziemlich ähnliche, hinzudeuten. Wir hatten damals aber gleichfalls noch nicht reine Substanz, trotz mehrfacher Zeit und Material verzehrender Reinigungsoperationen. Durch öftere Wiederholung des später anzugebenden Verfahrens erhielten wir endlich die chemisch reine Basis, was uns freilich nur die Analysen ergeben konnten, da je-

1) Journ. f. prakt. Chem. Bd. 72, S. 96 und 100.

des andere Kriterium, wie Krystallisation und Farblosigkeit, hier fehlt.

Unsere Darstellungsmethode der neuen Basis, welche im Wesentlichen schon in einer gleichfalls im Monat November v. J. veröffentlichten vorläufigen Mittheilung ¹⁾ von einem von uns beschrieben wurde, weicht etwas von der v. Babo's ab und vermeidet die Gefahr von Verlusten durch Explosion vollständig. Während nämlich v. Babo die Zersetzung des Aldehydammoniaks in zugeschmolzenen, im Oelbade auf 120° erhitzten Glasröhren vornimmt, in denen sich zwei Schichten bilden, deren obere nachher durch Destillation entfernt wird, wobei selbst in geräumigen Retorten oft Explosionen entstehen, bedienten wir uns zur sichern und hinreichend schnellen Zersetzung des Aldehydammoniaks eines großen Kolbens, dessen Oeffnung durch einen durchbohrten Kork verschlossen war, der ein langes weites, aufrecht stehendes Condensationsrohr trug. Der Kolben, auf dessen Boden sich die Krystalle befanden, wurde der Hitze des Wasserbades ausgesetzt, die zur Zersetzung vollständig genügend ist, während das Condensationsrohr kühl gehalten wurde. Sobald die Wasserdämpfe den Kolben erwärmen, beginnen die farblosen Krystalle sich zu bräunen, Ammoniak und Wasserdämpfe entwickeln sich und auch unzersetztes Aldehydammoniak wird verflüchtigt, aber mit dem Wasser im Rohre condensirt und fließt, in diesem gelöst, in den Kolben zurück. Sobald die Entwicklung von Ammoniak stark nachgelassen hatte und sich kein Aldehydammoniak mehr krystallinisch in dem Rohre ansetzte wurde die Erhitzung unterbrochen. Das Zurückgebliebene stellte nun einen ruhig fließenden, klaren, braunen Syrup dar, welcher beim Erkalten zu einer zähen Masse von dem beschriebenen Geruche und Geschmacke erstarrte. Durch Erhitzen wieder flüssig gemacht, wurde sie in eine Porcellanschale gegossen, der Kolben mit Alkohol ausgewaschen, die braune Lösung gleichfalls in die Schale ge-

1) Journal f. d. gesammten Naturwissenschaften des naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen Bd. 10, S. 369.

bracht und diese dann wiederum der Hitze des Wasserbades ausgesetzt, wobei der schwächer gewordene unangenehme Geruch von Neuem verstärkt auftrat. Er rührt von einem von der Basis verschiedenen, flüchtigen Körper her, der nach von Babo ölige Tropfen in dem wässerigen Destillat bildet. Nach zweitägigem Erhitzen im Wasserbade, wobei die ganze Masse mehrmals trocken und dann in verdünntem Alkohol wieder gelöst wurde, war der Geruch bis auf leise Spuren verschwunden. Nach völligem Trocknen war der braune Körper harzig, spröde und rissig geworden. Auf den Bruchflächen und mehr noch auf den Oberflächen zeigte er einen starken Glanz, und liefs sich leicht zu einem gelbbraunen Pulver zerreiben. Dieses wurde bei 110° bis 120° vollständig getrocknet, und zwei Elementaranalysen damit ausgeführt.

I. 0,2713 Grm. Substanz gaben 0,2187 Grm. Wasser, oder 0,0243 Grm. Wasserstoff = 8,96 Proc., und 0,6856 Grm. Kohlensäure oder 0,18698 Grm. Kohlenstoff = 68,92 Proc.

II. Von 0,2142 Grm. Substanz wurden erhalten 0,1680 Grm. Wasser oder 0,01867 Grm. Wasserstoff = 8,72 Proc. und 0,5388 Grm. Kohlensäure, oder 0,1470 Grm. Kohlenstoff = 68,63 Proc.

Beide Analysen stimmen ziemlich gut mit einander überein, lassen aber nicht einmal auf ein einfaches Verhältnifs zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff, geschweige denn auf eine Formel schliessen. Jedenfalls war die Substanz noch stark verunreinigt. Diese Analysen stehen übrigens in Widerspruch mit der Annahme v. Babo's, der noch nicht weiter gereinigte gelbe Körper enthalte eine Verbindung von der Formel $\text{N}(\text{C}_4\text{H}_5)^4\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_2$, welche er aus der chlorwasserstoffsäuren Lösung der Substanz durch Platinchlorid niedergeschlagen zu haben angiebt, denn diese Formel verlangt 72,73 Proc. Kohlenstoff und 9,09 Proc. Wasserstoff und dieses Gemisch ist an Kohle ärmer, als die neue Basis, welche darin enthalten ist, und auch durch Platinchlorid gefällt wird. Auch an und für sich ist es nicht wahrscheinlich, dafs aus der Lösung einer unreinen Masse, wie

dieser, mit Platinchlorid eine reine Verbindung fällen soll. Indessen unternehmen wir es nicht, der Annahme v. Babo's entschieden zu widersprechen, da wir seinen Versuch nicht wiederholt haben. Seine Angabe erscheint uns nur als höchst zweifelhaft.

Die Löslichkeit der Basis in Alkohol, ihre Schwerlöslichkeit in Wasser, und das umgekehrte Verhalten des schwefelsauren Salzes boten uns folgenden Weg zur Reinigung der rohen Masse. Sie wurde in starkem Alkohol gelöst und darauf so lange mit Alkohol sehr verdünnte Schwefelsäure hinzugesetzt, als noch ein Niederschlag entstand. Derselbe war im Anfang gelbbraun und flockig, ballte sich aber schnell zusammen und wurde dabei schwarzbraun und weich. Durch ein Filter wurde er von der darüberstehenden bräunlichen Flüssigkeit getrennt und mit absolutem Alkohol ausgewaschen, bis dieser farblos durchging. Vom Ammoniaksalz kann indessen die Basis so nicht befreit werden. Diefes geschieht am leichtesten so, dafs sie selbst aus der wässrigen Lösung des schwefelsauren Salzes, durch caustisches Kali abgeschieden wird. Sie fällt als ein brauner, fast körniger Niederschlag, der nach dem Abtropfen der Flüssigkeit auf dem Filter fest erscheint, beim Schütteln oder Drücken aber wieder breiartig zerläuft und noch viel Flüssigkeit durch das Filter gehen läfst. Mit destillirtem Wasser wird der gröfste Theil des schwefelsauren und freien Kalis ausgewaschen. Um beide gänzlich zu entfernen, wird das Ganze in Alkohol gelöst und ein Strom von Kohlensäure so lange eingeleitet, bis alles Kali in kohlensaures Salz übergegangen ist. Wird die Lösung darauf zur völligen Trockne verdampft, zerrieben und in einem trocknen, verschlossenen Glasgefäfs mit absolutem Alkohol behandelt, so löst dieser nur die nicht mit Kohlensäure sich verbindende Basis und läfst das schwefelsaure und kohlensaure Kali zurück. Die alkoholische, braune Flüssigkeit wurde darauf verdampft, der Rückstand bei 120° getrocknet und abermals analysirt.

I. 0,1611 Grm. Substanz gaben 0,1357 Grm. Wasser, oder 0,01508 Grm. Wasserstoff = 9,36 Proc. und 0,4132 Grm. Kohlensäure oder 0,1127 Grm. Kohlenstoff = 69,95 Proc.

II. 0,2110 Grm. Substanz lieferten 0,1814 Grm. Wasser oder 0,02016 Grm. Wasserstoff = 9,55 Proc. und 0,5160 Grm. Kohlensäure oder 0,1489 Grm. Kohlenstoff = 70,57 Proc.

III. 0,1357 Grm. gaben beim Verbrennen mit Natronkalk und nach dem Glühen des Platinsalmiaks 0,1289 Grm. Platin oder 0,01831 Grm. Stickstoff = 13,49 Proc.

Auch diese Zahlen sind noch nicht in einer Formel zu vereinigen. Sehr auffallend ist die große Stickstoffmenge, welche freilich nicht noch einmal bestimmt worden ist, um die durch Reinigungsversuche stark abgenommene Substanz zu sparen, und da ohnehin diese Analysen als die eines unreinen Materials keinen anderen Werth haben konnten. Doch liefs uns gerade die große Stickstoffmenge, und ebenso die gefundene Quantität Wasserstoff vermuthen, wir hätten es mit einem Ammoniumoxyd zu thun, von welchem drei Aequivalente Wasserstoff durch das Radical C_4H_3 vertreten seyen. Wir mußten den ganzen Reinigungsproceß wiederholen, und machten darin nur die Abänderung, daß das schwefelsaure Salz jedesmal vor seiner Zersetzung durch Kali mehrmals in wenig Wasser gelöst und durch viel starken Alkohol wieder gefällt wurde. Nach dreimaliger Behandlung schritten wir zu neuen Elementaranalysen, welche auch wirklich mit Entschiedenheit eine Formel, und zwar die von v. Babo aufgestellte, ergaben. Sind auch die Analysen wegen Mangels an Material nicht häufig wiederholt worden, so stimmen doch die gefundenen Werthe mit den berechneten so gut überein, und ebenso auch die bei den Analysen der Verbindungen der neuen Basis gewonnenen, daß die Formel als vollständig sichergestellt zu betrachten ist.

Das Trocknen der Substanz wurde, um jede Veränderung durch die Wärme zu vermeiden, im luftleeren Raume vorgenommen. Sie verbrannte leicht vollständig und ohne Rücklassung von Asche. Folgendes sind die Ergebnisse der Elementaranalysen:

I. Es lieferten 0,1111 Grm. Substanz 0,2820 Grm. Kohlensäure oder 0,07691 Grm. Kohlenstoff = 69,21 Proc. und

0,0933 Grm. Wasser oder 0,01037 Grm. Wasserstoff = 9,33 Proc.

II. 0,2203 Grm. Substanz gaben 0,5573 Grm. Kohlensäure oder 0,1520 Grm. Kohlenstoff = 69,00 Proc. und 0,1860 Grm. Wasser oder 0,02067 Grm. Wasserstoff = 9,38 Proc.

Der Stickstoff liefs sich nicht nach der Methode von Varrentrapp und Will bestimmen, denn die Kohle konnte, bei mehreren Versuchen, mit dem Natronkalk nie vollständig zum Verbrennen gebracht werden. So fiel das gefundene Stickstoffquantum stets etwas zu gering aus. Es wurde nach dem Volum ermittelt, nach dem von einem von uns angegebenen ¹⁾ Verfahren. Nach der ersten Verbrennung zersprang das Verbrennungsrohr beim Abkühlen an der Stelle, wo das chlórsäure Kali gelegen hatte. Die in der Röhre zurückbleibende Quantität Stickstoff ging daher verloren. Indessen war der Verlust zu verschmerzen, da er nur sehr unbedeutend ist, und bei allen übrigen Methoden, den Stickstoff dem Volumen nach zu bestimmen, gar nicht in Betracht gezogen werden kann, sondern ganz übersehen wird. Um die Gefahr des Zerbrechens an jener Stelle zu vermeiden, wandten wir statt des chlórsäuren Kalis, welches schmilzt und sich als Chlorkalium an die Wände des Rohres fest anlegt, zur Verbrennung aller Kohle Quecksilberoxyd an, welches seinen Sauerstoff langsamer entwickelt, und auferdem alle besondere Gefahr des Zerspringens der Röhre aufhebt.

Die Messung des Stickstoffs geschah in einem Bunsen'schen Eudiometerrohre, welches über dem Quecksilber eine 150 bis 200^{mm} hohe Schicht Kalilösung enthielt, zur Absorption der den Stickstoff aus der Verbrennungsröhre austreibenden und selbst mit übergehenden Kohlensäure. Man mufs sich indessen davor hüten, diese Kalilösung zu concentrirt anzuwenden; die Berechnung des wirklichen Gasvolums wird sonst ganz unmöglich, indem dasselbe zwar durch die Spannung von Wasserdämpfen vermehrt wird,

1) Pogg. Annal. Bd. LXXXV, S. 263.*

aber nicht in demselben Grade, wie wenn das Gas mit reinem Wasser in Berührung wäre. Bei Anwendung einer Kalilösung von 1,4 spec. Gew. z. B., fällt stets das Gasvolum, unter Voraussetzung der Trockenheit berechnet, zu groß, als feucht angenommen, immer viel zu klein aus. Wir haben durch mehrfache Versuche eine Kalilösung von 1,18 bis 1,20 spec. Gew. als die am besten geeignete gefunden. Sie ist concentrirt genug, um alle Kohlensäure schnell zu absorbiren, und doch auch hinreichend verdünnt, um genug Wasserdampf zur völligen Sättigung des Stickstoffs an diesen abzugeben.

Die beiden, unter Anwendung dieser Vorsichtsmafsregeln ausgeführten Stickstoffbestimmungen ergaben:

III. 0,3203 Grm. Substanz lieferten nach dem Verbrennen im Eudiometerrohr 41,61^{ccm} bei 752,8^{mm} Barometerhöhe, einer Temperatur von 17,2°, 234,2^{mm} innerem Quecksilberstand und 98,5^{mm} hoher Säule der Kalilösung von 1,187 spec. Gew. Das wahre Volum des Stickstoffs bei 0° und 760^{mm} Barometerstand beträgt daher 25,51^{ccm} oder 0,0319 Grm. = 9,96 Proc.

IV. 0,2070 Grm. Substanz gaben folgende Zahlen: 28,35^{ccm} Stickstoff, Barometerhöhe = 763,3, Temperatur = 20,2°, innerer Quecksilberstand = 257,6^{mm}, Kalilauge von 1,193 spec. Gew. = 133,3^{mm}. Danach ist das wahre Stickstoffvolum 16,54^{ccm}, wozu noch im Verbrennungsrohr zurückgebliebene, durch die Correction ermittelte 0,39^{ccm} treten, so dafs das Gesamtvolum beträgt 16,93^{ccm} oder 0,0212 Grm. = 10,24 Proc.

Die gefundenen Zahlen stimmen genau zu der Formel $C_{1,6}H_{1,3}N_2O_2$, wie aus folgendem Vergleich ersichtlich ist:

Berechnet		Gefunden				Mittel
		I.	II.	III.	IV.	
$C_{1,6}$	96 = 69,07	69,21	69,00	—	—	69,11
$H_{1,3}$	13 = 9,35	9,33	9,38	—	—	9,36
N	14 = 10,07	—	—	9,96	10,24	10,10
O_2	16 = 11,51	—	—	—	—	11,43
139 = 100,00						100,00

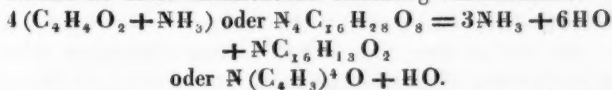
Die zu den Analysen benutzte Basis war also rein. Sie bildet, durch Verdampfung der alkoholischen Lösung gewonnen, eine harzartige, völlig unkrystallinische, rissige und spröde Masse, welche sich zu einem gelbbraunen Pulver zerreiben läßt. Ihre Farbe ist im durchfallenden Lichte rothbraun, im auffallenden dunkelbraun mit schwach violettem Stich, wenn sie ganz trocken ist. Die Oberfläche und auch die Bruchflächen besitzen einen starken Glanz, so daß die Masse, namentlich da sie in dünnen Lagen eingedampft sehr regelmäsig radial zerspringt und sich von den Schalenwandungen ablöst, bei oberflächlicher Betrachtung leicht für krystallinisch gehalten werden kann. Ihr Geschmack ist intensiv bitter, bei völliger Geruchlosigkeit. In Wasser ist die Basis etwas Weniges löslich und zwar in kaltem mehr als in warmem, da eine kalt gesättigte und filtrirte Lösung sich beim Kochen etwas trübt, beim Erkalten aber wieder klar wird. Sie giebt beim Schütteln einen leichten Schaum wie dünnes Seifenwasser und reagirt schwach, aber doch sehr deutlich alkalisch. Vom Alkohol wird der Körper außerordentlich leicht gelöst, Aether nimmt nichts davon auf, schlägt im Gegentheile die Basis aus absolutem Alkohol als ein gelbbraunes Pulver vollständig nieder. Ohne an der Luft zu zerfließen, hält sie doch die letzten Theile hygroskopischen Wassers sehr hartnäckig fest, doch darf sie beim Trocknen nicht zu stark erhitzt werden, indem sie sich bei 180° nach vorangegangnem Schmelzen unter Schwärzung und Entwicklung flüchtiger, empyreumatischer Stoffe zersetzt, und sich schon bei 140 bis 160° in der Weise verändert, daß sie, ohne eine andere Form oder Farbe anzunehmen, in Alkohol unlöslich wird. Auch wenn sie lange Zeit mit Kalilauge übergossen stehen bleibt, verliert sie die Fähigkeit sich in Alkohol und Wasser zu lösen, wird aber von Säuren dann noch aufgenommen. Beim Verbrennen der durch Kali modificirten, sorgfältig ausgewaschenen Substanz auf dem Platinbleche bleibt eine weißse schmelzende Asche zurück, welche aus kohlen-

saurem Kali besteht, während die reine Basis spurlos verbrennt.

v. Babo hat dem neuen Körper den Namen *Tetracetylammuniumoxydhydrat* beigelegt. Wir theilen seine Auffassung, wonach er als ein Ammoniumoxydhydrat betrachtet wird, dessen vier Wasserstoffäquivalente im Ammonium jedes durch das Radical C_4H_3 vertreten sind, vollkommen, müssen aber für das Radical C_4H_3 statt des alten Namens *Acetyl* einen neuen vorschlagen, denn die Benennung *Acetyl* kommt jetzt dem sauerstoffhaltigen Radicale $C_4H_3O_2$ der Essigsäure zu. Auch den Namen *Aldehyden* müssen wir, nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse über die Alkohole und die diesen entsprechenden Säuren abweisen, da die Darstellbarkeit aus dem Aldehyd noch nicht Grund genug ist, das Radical darnach zu benennen. Wir sprechen es vielmehr für das eines Alkohols an. Die früher für die fetten Säuren angenommenen, jetzt aber aufgegebenen Radicale von der allgemeinen Formel $C_{2n}H_{2n-1}$ haben als die zweier Alkoholreihen wieder Existenz gewonnen, nämlich in den dreisäurigen Glycerinen und den Allylalkoholen. Wir kennen zwar aus jeder Reihe nur eine Verbindung, sind aber zu der sicheren Annahme berechtigt, daß auch die homologen Glieder zum Glycerin und zum Allylalkohol bald werden dargestellt werden, ganz auf ähnliche Weise, wie dies mit den beiden schon bekannten typischen Formen aus dem Propylen bereits geschehen ist. Aus dem Aethylen oder Elayl würden sich also ein Elaylglycerin von der Formel $\left. \begin{matrix} C_4H_3 \\ H_3 \end{matrix} \right\} O_6$ und ein der Allylreihe angehöriger Alkohol von der Formel $\left. \begin{matrix} C_4H_3 \\ H \end{matrix} \right\} O_2$ gewinnen lassen. Wir nennen ihn ebenfalls, wie dies von Wurtz bereits bei den Glycolen geschehen ist, nach dem Kohlenwasserstoff Elayl, aus dem er darstellbar seyn muß, wie der gewöhnliche Allylalkohol aus dem Propylen, nämlich Elallylalkohol, sein Radical also *Elallyl* und nicht, was auch geschehen könnte Aethallyl, da dieser Name leicht

mit der alten Benennung des Cetyls (Aethylal) verwechselt werden könnte, und uns der Name Elayl ebenso geläufig ist als Aetherin, Aethylen oder Aethen. Dieses Radical Elallyl nun ist in unserer neuen Ammoniumoxydbasis jedem der vier Wasserstoffaequivalente substituirt, so daß sie *Tetrelallylammoniumoxydhydrat* zu benennen ist. Vorläufig beruht dieser Name allerdings noch auf einer unbewiesenen Annahme. Nach den synthetischen Arbeiten von Berthelot, Wurtz, Cahours und Hofmann aber hat sie sichere Aussicht auf Bestätigung.

Die Entstehung der neuen Basis aus dem Aldehydammoniak ist durch nachstehende Gleichung auszudrücken:



Wir haben die folgenden Verbindungen der Basis dargestellt und größtentheils auch analysirt.

Tetrelallylammoniumchloridhydrat. Es fällt als brauner, flockiger Niederschlag, wenn zu der in absolutem Alkohol gelösten Substanz Chlorwasserstoffsäure in absolutem Alkohol gesetzt wird, doch darf letztere hierbei nicht im Ueberschusse angewendet werden, da der Niederschlag sich sonst wieder löst. Ebenso bildet er sich nicht, wenn der Alkohol eine gewisse Portion Wasser enthält. Auf dem Filtrum kann der Niederschlag gesammelt, mit absolutem Alkohol ausgewaschen, nachher in Wasser gelöst und durch Verdampfen desselben die Verbindung in der zum Aufbewahren geeignetsten Form erhalten werden. Wir bekamen sie auch völlig rein durch Lösen der Basis in überschüssiger wässriger Chlorwasserstoffsäure und Verdampfen der Flüssigkeit, Wiederlösen im Wasser und abermaliges Verdunsten, bis alle freie Salzsäure ausgetrieben ist. Völlig rein und trocken ist die Chlorverbindung eine unkrystallinische, rissige, schwarzbraune, im reflectirten Lichte mehr als die Basis selbst ins Violette spielende Masse von starkem Glanze. An der Luft zieht sie schnell Flüssigkeit an und zerfließt. Bei 160° verändert sie sich noch nicht. Mit

Schwefelsäure übergossen entwickelt sie reichlich Chlorwasserstoffsäure. Sie reagirt völlig neutral. Ihr Chlorgehalt läßt sich durch Niederschlagen mit Silberlösung bestimmen, doch scheidet sich das Chlorsilber nur auf Zusatz von viel Salpetersäure nach Erhitzen bis beinahe zum Sieden und langem Stehen vollständig ab. Wir unternahmen zwei Chlorbestimmungen und eine Verbrennungsanalyse, welche im Sauerstoffstrom mit einer Mischung von Bleioxyd und Kupferoxyd und vorgelegten Kupferspähen ausgeführt wurde.

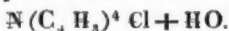
Folgendes sind die Ergebnisse der drei Analysen:

I. 0,2519 Grm. Substanz, zwischen 120° und 140° getrocknet, gaben 0,2189 Grm. Chlorsilber, entsprechend 0,05412 Grm. Chlor oder 21,48 Proc.

II. 0,4841 Grm. gaben 0,4156 Grm. Chlorsilber oder 0,10275 Grm. Chlor = 21,23 Proc.

III. 0,1352 Grm. lieferten nach der Verbrennung 0,2860 Grm. Kohlensäure oder 0,0708 Grm. Kohlenstoff = 57,69 Proc. und 0,0942 Grm. Wasser oder 0,0105 Grm. Wasserstoff = 7,77 Proc.

Die Zahlen entsprechen der Formel



Berechnet.		Gefunden.		
		I.	II.	III.
$\text{C}_{16} = 96$	$= 57,66$	—	—	57,69
$\text{H}_3 = 13$	$= 7,81$	—	—	7,77
$\text{N} = 14$	$= 8,41$	—	—	—
$\text{Cl} = 35,5$	$= 21,32$	21,48	21,23	—
$\text{O} = 8$	$= 4,80$	—	—	—
<hr/>				
166,5		100,00.		

Tetrelallylammoniumplatinchlorid entsteht als unkrystallinischer flockiger Niederschlag von gelbbrauner Farbe, wenn eine wässrige Lösung der vorigen Verbindung oder eine Lösung der Basis in überschüssiger Salzsäure mit Platinchlorid versetzt wird. Es ist selbst in Wasser ganz unlöslich, schmilzt beim Erhitzen, bläht sich dann auf und verbrennt leicht unter Zurücklassung eines außerordentlich lockeren, doch ziemlich fest zusammenhängenden Platin-

schwammes, der sich vorzüglich zum Entzünden des Wasserstoffgases eignet.

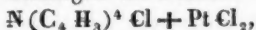
Die bei 150° getrocknete Verbindung ergab:

I. In 0,3678 Grm. nach dem Verbrennen 0,1124 Grm. Platin = 30,56 Proc.

II. In 0,1680 Grm. Substanz 0,0515 Grm. Platin = 30,65 Proc.

III. In 0,2963 Grm. Substanz 0,0909 Grm. Platin = 30,68 Proc.

Diese Zahlen bestätigen die Formel



welche 30,14 Proc. Platin verlangt.

Bei nur 110° bis 120° getrocknet hält der Niederschlag noch ein Aequivalent Wasser zurück, denn die Analyse ergab in 0,2922 Grm. Substanz 0,0850 Grm. Platin oder 29,09 Proc.

Die Formel fordert 29,33 Proc. Dieses Tetrelallylammoniumplatinchloridhydrat war die Form, unter welcher v. Babo die Basis analysirte. Er fand darin aber nur 28,9 und 28,5 Proc. Platin. Seine Substanz war daher nicht ganz rein.

Wird die Lösung des Chlorids der Basis mit Goldchlorid versetzt, so fällt ein der Platinverbindung ähnlicher, flockiger, unkrystallinischer Niederschlag. Bei längerem Kochen verschwindet er und macht einem braunen Pulver Platz, welches aus reducirtem krystallinischem Golde besteht. Die Krystalle sind unter dem Mikroskope als Octaeder erkennbar, lassen das Licht grün hindurch, reflectiren es goldig, und sind so groß, daß der Niederschlag, in der Flüssigkeit aufgerührt, sie durchaus goldig flimmern macht. Ein Goldspiegel scheint sich bei der Reduction nie zu bilden.

Auch das Silber wird, aber ebenfalls ohne Spiegel, sondern als schwarzbraunes amorphes Pulver, aus seinen Lösungen beim Kochen durch die Basis und ihre Salze reducirt.

Quecksilberchlorid bildet in der Tetrelallylammonium-

chloridlösung ebenfalls einen unkrystallinischen, dunkelbraunen, flockigen Niederschlag. In kochendem Wasser löst er sich ein klein wenig, scheidet sich aber beim Erkalten der heifs filtrirten Flüssigkeit wieder aus.

Schwefelsaures Tetrelallylammoniumoxyd.

1. *Neutrales.* Es fällt, wenn eine alkoholische Lösung der Basis mit einer zur vollständigen Fällung derselben unzureichenden Menge durch Alkohol verdünnter Schwefelsäure versetzt wird, als brauner, flockiger Niederschlag. War der Alkohol nicht sehr stark, so backt er zu einer schwarzbraunen, zähen Masse zusammen, oder setzt sich, bei Gegenwart von noch mehr Wasser, auch wohl als schwarzbraune Flüssigkeit ab. Auf dem Filter mit absolutem Alkohol ausgewaschen, wurde das Salz zur vollständigen Befreiung von überschüssiger Basis noch einige Male in wenig Wasser gelöst und mit absolutem Alkohol niedergeschlagen, bis dieser vollständig farblos darüber stand. Aus der wässerigen Lösung durch Abdampfen gewonnen, hat es das Aussehen der Chlorverbindung, reagirt auch, wie diese, schwach sauer, zerfließt aber nicht an der Luft und läßt sich leicht zu einem röthlich chokoladenfarbigen Pulver zerreiben. Es zeigt, in dünnen Lagen eingetrocknet, dieselben radialen Sprünge, wie die Basis selbst und besitzt einen noch größeren Glanz. Chlorbarium schlägt aus der wässerigen Lösung alle Schwefelsäure nieder, der Niederschlag ist aber so fein vertheilt, daß er trotz aller Vorsicht leicht durch das Filter geht. Wir bestimmten in diesem Salz einmal die Schwefelsäure und einmal den Kohlenstoff und Wasserstoff durch ebenso wie bei der Chlorverbindung eingerichtete Verbrennung.

I. 0,6123 Grm. Substanz gaben 0,4164 Grm. schwefelsauren Baryt oder 0,1431 Grm. Schwefelsäure = 23,37 Proc.

II. 0,1664 Grm. lieferten nach dem Verbrennen 0,3450 Kohlensäure oder 0,0941 Grm. Kohlenstoff = 56,56 Proc. und 0,1102 Grm. Wasser oder 0,01224 Grm. Wasserstoff = 7,35 Proc.

Die Zusammensetzung des Salzes muß daher, wie durch folgenden Vergleich veranschaulicht wird, durch die Formel $N(C_4H_3)^4O + SO^3$ ausgedrückt werden.

	Berechnet.	Gefunden.	
		I.	II.
$C_{16} = 96 =$	56,47	—	56,56
$H_{12} = 12 =$	7,06	—	7,35
$N = 14 =$	8,24	—	—
$O = 8 =$	4,70	—	—
$SO_3 = 40 =$	23,53	23,37	—
	170	100,00.	

Beim Trocknen einer Portion dieses Salzes im Luftbade war die Temperatur zufällig auf 200° gestiegen. Die Substanz war ohne Formveränderung schwarz geworden, ohne indessen zu riechen oder an den Wänden des Platintiegels flüchtige Producte erkennen zu lassen. Der grössere Theil löste sich noch im Wasser mit derselben rothbraunen Farbe wie früher; eine schwarze, kohleartige Masse blieb zurück. Beim Verdampfen der Lösung schieden sich Krystalle ab, denen des schwefelsauren Ammoniaks durchaus ähnlich. Das Ganze wurde mit verdünnter Kalilauge versetzt, wobei sich ein Niederschlag bildete, der wahrscheinlich unveränderte Basis war, indem sie mit Schwefelsäure ein Salz von ganz denselben Eigenschaften wie das ursprüngliche gab. Die von der Basis abfiltrirte Lösung roch, namentlich beim Erhitzen, nach Ammoniak, welches in Chlorwasserstoffsäure aufgefangen und durch seine Platinchloridverbindung bestimmt erkannt wurde.

Wird bei der Darstellung des schwefelsauren Salzes die Säure im Ueberschuß hinzugesetzt, so fällt

2. eine saure Verbindung. Sie verhält sich wie das neutrale Salz, hat aber eine fuchsbraune Farbe, ohne violetten Stich, reagirt stark sauer und zieht langsam Feuchtigkeit aus der Luft an. Es wurden davon zwei Schwefelsäurebestimmungen gemacht.

I. 0,5514 Grm. Substanz, bei 110° bis 120° getrock-

net, gaben 0,4943 Grm. schwefelsauren Baryt oder 0,1698 Grm. Schwefelsäure = 30,79 Proc.

II. 0,6211 Grm. gaben 0,5522 Grm. schwefelsauren Baryt oder 0,1897 Grm. Schwefelsäure = 30,45 Proc.

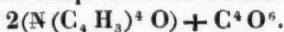
Die Formel $2(\text{N}(\text{C}_4\text{H}_3)^4\text{O}) + \text{HO} + 3\text{SO}_3$ verlangt 30,85 Proc. Schwefelsäure.

Oxalsaures Tetrelallylammoniumoxyd.

Wird eine Lösung von Oxalsäure in absolutem Alkohol zu einer eben solchen der Basis gesetzt, jedoch mit der Vorsicht, daß letztere überschüssig ist, so fällt das neutrale oxalsaure Salz als flockig brauner Niederschlag. Ebenso gereinigt wie das neutrale schwefelsaure Salz, besitzt es ganz die physikalischen Eigenschaften desselben. Durch Kalk kann die Oxalsäure leicht abgeschieden werden. Wir haben indessen diese Methode zu Ermittlung der Zusammensetzung nicht angewendet, sondern aus Mangel an Substanz nur eine Verbrennungsanalyse gemacht.

Bei 110° getrocknet gaben 0,1182 Grm. Substanz 0,2826 Grm. Kohlensäure oder 0,07707 Grm. Kohlenstoff = 65,20 Proc. und 0,0784 Grm. Wasser oder 0,00871 Grm. Wasserstoff = 7,37 Proc.

Diese Werthe entsprechen der Formel



	Berechnet.	Gefunden.
C_{36}	$= 216 = 65,06$	65,20
H_{24}	$= 24 = 7,23$	7,37
N_2	$= 28 = 8,43$	—
O_8	$= 64 = 19,28$	—
	<hr/> 331 100,00.	

Wird Oxalsäure im Ueberschusse mit der Basis zusammengebracht, so entsteht in alkoholischen Lösungen kein Niederschlag, da sich ein saures Salz bildet. Um es rein, unvermengt mit freier Oxalsäure zu erhalten, mischt man die Lösungen von Basis und Säure zunächst so, daß das neutrale Salz gefällt wird und fügt dann noch etwas freie Oxalsäure hinzu. Es löst sich mehr und mehr von dem

Niederschlag auf; man muß mit dem Zusetzen von Säure indessen aufhören, ehe noch nach längerem Stehen und häufigem Umrühren der Niederschlag ganz verschwunden ist. So kann man durch Filtration beide Verbindungen zu gleicher Zeit gewinnen. Getrocknet ist das saure Salz eine unkrystallinische, schwarzbraune, sauer reagirende, glänzende Masse, welche stark hygroskopisch ist. Zur Analyse stand uns keine genügende Menge zu Gebote.

Auch die Weinsteinssäure giebt ein in Alkohol nicht, wohl aber in Wasser lösliches, dunkelbraunes, glänzendes und wenig hygroskopisches, neutrales Salz, wenn bei seiner Darstellung die Basis im Ueberschusse angewendet wird. Die gerbsaure Verbindung ist selbst im Wasser unlöslich und von rothbrauner Farbe.

Bei der Zersetzung eines Theiles des Aldehydammoniaks durch Wärme stieg einmal die Temperatur so hoch, daß die Entwicklung brenzlicher Producte begonnen hatte. Der größte Theil der schon gebildeten Basis war allerdings unzersetzt, indessen opferten wir ihn für eine Untersuchung der Producte der trockenen Destillation. Diese wurde aus einem gläsernen Kolben im Sandbade, mit mehreren vorgelegten Condensationsflaschen langsam eingeleitet. Die flüssigen Producte verdichteten sich in den beiden ersten Vorlagen als ölige oder theerige Masse und wenig Wasser, außerdem aber gingen ammoniakalische Gase über, welche in Salzsäure in einem dritten Gefäße aufgefangen wurden. In dem Kolben blieb eine glänzend schwarze Kohle zurück.

Zuerst nahmen wir die in der dritten Vorlage befindliche Salzsäure in Arbeit, der wir das wässrige Destillat beifügten. Nach dem Verdampfen war der schwach brenzliche Geruch fast ganz geschwunden und eine krystallinische weißliche Masse zurückgeblieben. Durch öfteres Umkrystallisiren und Entfärben mit Thierkohle erhielten wir sie vollständig weiß. Ein kleiner Theil wurde mit Kalilauge übergossen und erhitzt; er entwickelte Ammoniak, in welchem übrigens der empyreumatische Geruch von Neuem stärker wahrzunehmen war. Der größte Theil des Salzes

wurde darauf mit Platinchlorid und Alkohol versetzt; ein gelber, krystallinischer Niederschlag, dem Platinsalmiak völlig ähnlich, fiel zu Boden. Bei 100° getrocknet ergaben 0,3901 Grm. Substanz nach dem Glühen 0,1716 Grm Platin = 44,0 Proc. Es war damit erwiesen, daß das farblose Salz gewöhnlicher Salmiak ohne bestimmbar Mengen anderer Basen gewesen, denn Ammoniumplatinchlorid enthält 44,2 Proc. Platin.

Das braune ölige Destillat hatte einen sehr brenzlichen Geruch und entschiedenen basischen Reaction, und löste sich zum größten Theile in Salzsäure. Kali und Ammoniak brachten in dieser Lösung zuerst eine gelbliche, milchige Trübung hervor, die aber bei einigem Stehen, unter Absatz brauner, im Wasser nicht löslicher öliger Tropfen, sich wieder klärte. Die ganze Menge des Destillates wurde nun mit Salzsäure behandelt, das Gelöste von dem theerigen Rückstand abfiltrirt und im Wasserbade verdampft, wobei es noch viel dunkler wurde. Zur völligen Trockne konnte es nicht gebracht werden, löste sich aber nun nicht mehr vollständig in Wasser, ja selbst nicht in Salzsäure. Aus der ganzen Masse wurden die Basen durch Kali niedergeschlagen, mehrmals durch Schütteln mit Wasser ausgewaschen und endlich damit destillirt. Es ging zunächst mit den Wasserdämpfen ein auf dem Wasser schwimmendes und später ein schwereres, untersinkendes Oel über; beide waren gelblich, das leichtere jedoch heller gefärbt als das schwerere. Mit beiden wurden dieselben Versuche zur Reinigung und Darstellung einer analysirbaren Verbindung gemacht, beide verhielten sich dabei fast gleich und keine führte zu dem gewünschten Resultate. Schon beim Stehen dunkelten sie allmählich, sehr schnell aber beim Lösen in Säuren und Verdampfen, ganz gleichgültig, bei welcher Temperatur dieses vorgenommen wurde. Es trat hier der schon vorher beobachtete Fall wieder ein; die nicht ganz zur Trockne verdampfbare Masse löste sich nicht mehr ganz in Wasser oder Salzsäure auf, sondern liefs ein schwarzbraunes, amorphes, auch in Alkohol unlösliches Pulver zurück. Wir

schlugen aus der wässerigen Lösung die Basen von Neuem durch Kali nieder, in der Hoffnung, sie nun rein zu erhalten. Die über dem öligen Bodensatz stehende Flüssigkeit roch schwach ammoniakalisch. Nach abermaligem Lösen in Salzsäure, dem ein sorgfältiges Auswaschen vorangegangen war, und Verdunsten der Lösung zeigte sich dieselbe, nun schon öfters beobachtete Erscheinung. Zugleich hatte sich in der schmierigen Masse reichlich ein helleres Pulver abgeschieden, welches unter dem Mikroskope sich farblos und krystallinisch zeigte. Es wurde durch Abpressen in Fließpapier von dem in dasselbe eindringenden Syrup getrennt, letzterer durch Salzsäure unter Rücklassung des schwarzen Pulvers auf und in dem Papier, wieder ausgezogen und von Neuem verdunstet, mit ganz demselben Erfolge. Die einzelnen Ausbeuten an Krystallen wurden gesammelt und durch Umkrystallisiren und Entfärben mit Thierkohle möglichst gereinigt. Sie waren dann auch fast weiß geworden und schwärzten sich etwas, auf dem Platinbleche erhitzt, vor der vollständigen Verflüchtigung. Wir hielten sie daher für die Chlorverbindung einer eigenthümlichen ammoniakalischen organischen Basis und führten sie Behufs der Analyse in die Platinchloridverbindung über. Sie fiel aus wässeriger Lösung langsam, viel schneller bei Zusatz von Alkohol krystallinisch nieder und war von hellgelber Farbe, dem gewöhnlichen Platinsalmiak ganz ähnlich. Bei 110° getrocknet, wurde eine gewogene Menge, 0,2295 Grm., in ein Platinschiffchen gebracht und im Verbrennungsapparate im Sauerstoffstrome analysirt. Sie ergab 0,0040 Grm. Kohlensäure oder 0,0011 Grm. Kohlenstoff = 0,48 Proc., ferner 0,0383 Grm. Wasser oder 0,00425 Grm. Wasserstoff = 1,85 Proc. und 0,1024 Grm. Platin = 44,61 Proc. Wir hatten es also mit gewöhnlichem, nicht ganz reinem Platinsalmiak zu thun, denn dieser enthält 1,79 Proc. Wasserstoff und 44,22 Proc. Platin. Der geringe Kohlenstoffgehalt rührte jedenfalls nur von unwesentlichen, bei den geringen uns zu Gebote stehenden Quantitäten nicht ganz entfernbaren Verunreinigungen her. Hier wurde die Untersuchung aufge-

geben. Das Material war nach und nach unter Bildung von Ammoniak und schwarzbraunem Pulver fast verschwunden. Die einzige Methode, zur Kenntniss der Natur und Zusammensetzung der Substanzen zu gelangen, bleibt wohl die, mit grossen Massen arbeitend die einzelnen öligen Basen, deren mindestens zwei vorhanden zu seyn scheinen, durch fractionirte Destillation bei möglichstem Luftabschluss zu trennen und farblos zu gewinnen, sie dann in Salzsäure zu lösen und nun augenblicklich mit Platinchlorid, mit dem sie unlösliche flockige Verbindungen geben, zu fällen, schnell zu trocknen und zu analysiren.

Von Jacob Natanson ist vor einigen Jahren ¹⁾ eine Arbeit über ein organisches Ammoniumoxyd veröffentlicht worden, zu welcher unsere Untersuchung in die innigste Beziehung tritt. Er stellt seine Basis durch Erhitzen von Elaylchlorür mit Ammoniak auf 150° im Oelbade als gelbe zähe Masse von der Zusammensetzung $N \left\{ \begin{smallmatrix} C_4 H_3 \\ H_3 \end{smallmatrix} \right. O + HO$ dar.

In ihren Eigenschaften bieten die Natanson'sche und unsere Basis viele Aehnlichkeiten. Beide sind unkrystallinisch und gefärbt. Ihre neutralen Salze sind, mit Ausnahme der äusserst hygroskopischen Chlorverbindungen, durch starken Alkohol fällbar, unlöslich in Aether und reagiren schwach sauer; beide reduciren Gold und Silber aus ihren Lösungen. Freilich ist die Natanson'sche Basis als solche viel kräftiger als die unserige, welche nur schwach alkalisch reagirt, nicht das Ammoniak aus dessen Verbindungen austreibt, sondern im Gegentheil durch Ammoniak selbst abgeschieden wird, und sich nicht mit Kohlensäure verbindet. Natanson benennt seine Substanz »Acetylammoniumoxyd«, indem er das Radical $C_4 H_3$ noch als das der Essigsäure ansieht. Seine für diese Ansicht angeführten Beweise haben nach unserer Meinung keine zwingende Kraft, auch nicht der, dass aus dem Chlorid seiner Basis durch salpetrighsaures Silberoxyd Aldehyd erzeugt wird. Wir haben es hier mit der Synthese des complicirteren Radicales

1) Ann. d. Chemie u. Pharm. Bd. 92, S. 48.

$C_4H_3O_2$ aus dem einfacheren C_4H_3 zu thun, die ja gegenwärtig nach Berthelot's und Anderer Arbeiten dieser Richtung nichts Wunderbares mehr haben kann. Im Gegentheile spricht die Bildung des »Acetylammoniumoxydes« aus dem Elaylchlorür entschieden für unsere Ansicht und für die Nothwendigkeit der Umänderung seines Namens in *Elallylammoniumoxyd*.

Zwischen diesen beiden jetzt bekannten, durch Substitution des Wasserstoffes durch das Radical C_4H_3 entstandenen Ammoniumoxydbasen müssen noch zwei liegen, die bis jetzt noch nicht gefunden sind: das Di- und Trielallylammoniumoxyd. Wie aus dem nichtflüchtigen Elallylammoniumoxyd durch Destillation nach Natanson¹⁾ das Elallylamin entsteht, so wird höchst wahrscheinlich in den Producten der trockenen Destillation unseres Tetrelallylammoniumoxydhydrates mindestens das Trielallylamin, wenn nicht auch sogar noch das Dielallylamin enthalten seyn, aus denen sich dann wieder durch Verbindung mit Wasser das Di- und Trielallylammoniumoxydhydrat gewinnen lassen müßten. Wir zweifeln nicht, daß dieß bei Wiederholung unserer Versuche mit der durch unsere Erfahrungen gebotenen Vorsicht gelingen wird.

1) Ann. d. Chemie u. Pharm. Bd. 98, S. 291.

VII. *Einige Bemerkungen über die chemische Constitution der Amphibole und Augite, besonders in Bezug auf Rammelsberg's neueste Analysen hiehergehöriger Species; von Th. Scheerer.*

(Aus d. Bericht der K. Sächs. Gesell. vom Hrn. Verf. übersandt).

In seinem reichhaltigen *System of Mineralogy* hat Dana, nach dem Vorgange Hermann's u. A., die chemischen Formeln einiger Mineralien dadurch wesentlich vereinfacht und zum Theil auch in bessere Uebereinstimmung mit den betreffenden Krystallformen gebracht, dafs er in gewissen Fällen \ddot{R} isomorph mit $3\ddot{R}$ setzt. Einen Beleg für den guten Erfolg dieser Annahme giebt uns unter anderen der Spodumen, dessen augitische Form mit seiner chemischen Constitution



in Harmonie gebracht wird, sobald man \ddot{Al} isomorph mit $3\ddot{R}$, also $\ddot{Al}\ddot{Si}^2$ isomorph mit $\ddot{R}^3\ddot{Si}^2$ setzt, wodurch dann jene Formel zu dem gewöhnlichen Augit-Schema



zusammenschrumpft. Gewifs kann man einer solchen Auffassung nur beistimmen, und ich habe daher bereits vor einiger Zeit diesen neuen Fall des polymeren Isomorphismus willkommen geheifsen ¹⁾.

Rammelsberg hat das Verdienst, in seiner Arbeit »Ueber die krystallographischen und chemischen Beziehungen von Augit und Hornblende, sowie von verwandten Mineralien« ²⁾ durch wiederholte Analysen des Akmit, Aegi-

1) v. Liebig, Poggendorff und Wöhlers Handwörterbuch, 2. Auflage des 1. Bandes, Artikel *Akmit*. Nebst dem Artikel *Agalmatolith* in einer besonderen, kleinen Brochüre erschienen.

2) Pogg Ann. Bd. 103, S. 273; sowie in dem Monatsberichten der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Gesamtsitzung am 14. Febr. 1858.

rin, Babingtonit und Arfvedsonit bewiesen zu haben, daß auch in diesen Mineralien 1 At. Fe die Rolle von 3 At. R spielt. Außerdem aber hat derselbe zu zeigen gesucht, daß dieser, nach meiner Ansicht, in *einigen* Mineralspecies zur Geltung kommende, besondere Fall des Isomorphismus in der Amphibol- und Augit-Gruppe eine *durchgreifende* Rolle spiele, ja daß dadurch beide Gruppen chemischerseits *identisch* würden, indem sich alsdann für *sämmtliche Amphibole und Augite die Augitformel* annehmen liefse.

Unläugbar wäre dies eine Thatsache von weitreichenden Folgen. Um dieselbe zu beweisen, war Rammelsberg jedoch genöthigt, die obige Regel wesentlich zu modificiren. Nachdem er sich nämlich überzeugt hatte, daß, wenn bei den Amphibolen und Augiten sowohl Al als Fe isomorph mit 3R gesetzt wird, man zu durchaus keinen annehmbaren Resultaten gelangt, wurde er zur Annahme geführt: nur Fe trete in diesen Mineralien isomorph mit 3R auf, dagegen Al isomorph mit Si . Diese Annahme involvirt zwei große Unwahrscheinlichkeiten. Erstens: die gewaltsame Trennung zweier notorisch isomorpher, in den vielfachsten Beziehungen chemisch ähnlicher und so zu sagen stets Hand in Hand gehender Körper, Eisenoxyd und Thonerde, von denen hier der erstere zu den elektropositiven, der andere zu den elektronegativen Stoffen gestellt wird. Zweitens: die Annahme der Isomorphie zweier Körper, Kieselsäure und Thonerde, welche notorisch, im gewöhnlichen Sinne, nicht isomorph sind, was sich nicht allein aus ihren morphologischen Verhältnissen als Quarz und Corund, sondern auch aus ihrem vereinten Auftreten als Cyanit, Andalusit u. s. w. zur Genüge ergibt. *A priori* ist also sicherlich kein Grund aufzufinden, welcher die Hypothese von dem gegensätzlichen Auftreten der Thonerde und des Eisenoxyds, und von dem gleichartigen Auftreten der Kieselsäure und Thonerde plausibel machen könnte. Sehen wir nun zu, was, nach Rammelsberg's Meinung, *a posteriori* für dieselbe sprechen soll.

In der gedachten Arbeit theilt uns Rammelsberg seine analytischen Resultate von 22 verschiedenen Amphibolen mit, nämlich von 4 Tremoliten, 2 Strahlsteinen und 16 gewöhnlichen (thonerdehaltigen und eisenoxydhaltigen) Hornblenden. Indem er die Sauerstoff-Verhältnisse derselben, mit Zugrundelegung der obigen Hypothese, berechnete, ergaben sich die Proportionen

$$\begin{aligned}
 (R + Fe) : (Si + Al) \\
 = 1:2,06 - 2,18 - 2,06 - 1,97 - 2,02 - 2,17 - \\
 2,09 - 2,00 - 2,15 - 2,62 - 2,02 - 2,03 - \\
 2,06 - 1,85 - 2,00 - 1,70 - 1,75 - 2,20 - \\
 1,93 - 2,11 - 2,16 - 1,99.
 \end{aligned}$$

Diese Proportionen hält Rammelsberg für hinreichend übereinstimmend mit dem, der Augitformel $R^3 Si^2$ entsprechenden Sauerstoff-Verhältnisse 1:2, um daraus Identität zu folgern. Somit ertheilt er sämtlichen Amphibolen die Augitformel, und gelangt nun rückwärts zu dem Schlusse: daß Eisenoxyd und Thonerde wirklich die oben gedachten paradoxen Rollen spielen.

Bei solcher Beweisführung kommt natürlich zunächst alles darauf an, inwieweit sich jene 22 Sauerstoff-Proportionen als identisch mit der Proportion 1:2 betrachten lassen. Diesen wesentlichen Umstand wollen wir in dem Folgenden näher untersuchen.

Es entsprechen

die Formeln	den Sauerstoff-Proportionen
	$R : Si$
1) $3R^3 Si^2 + R^3 Si$	1:1,75
2) $R^3 Si^2$ (Augit)	1:2,00
3) $R^3 Si^2 + R Si$ (Amphibol) .	1:2,25
4) $R^3 Si^2 + 3 R Si$	1:2,50

Wir wollen uns nun darüber zu einigen suchen, *bis zu welchem Grade* die durch die Analyse gefundenen Sauerstoff-Verhältnisse von einer und der anderen dieser 4 Proportionen *abweichen dürfen*, um doch noch als identisch mit

einer derselben gelten zu können. Vorschlagsweise mögen folgende Gränzwerthe aufgestellt werden.

				$\dot{R} : \ddot{Si}$	(A)
Bei Formel (1)	.	.	.	1 : 1,70 bis 1,80	
"	"	(2)	.	1 : 1,95 " 2,05	
"	"	(3)	.	1 : 2,20 " 2,30	
"	"	(4)	.	1 : 2,45 " 2,55	

Nehmen wir z. B. die Formel 2 (die des Augit), so wird durch die dazu gehörigen Gränzwerthe verlangt, eine Augit-Analyse müsse eine Sauerstoff-Proportion $\dot{R} : \ddot{Si}$ geben, welche zwischen 1:1,95 und 1:2,05 liegt. Die Berechnung zeigt, daß diese Gränzwerthe folgende Schwankungen in den procentalen Mengen der Kieselsäure, vice versa der Basen, gestatten:

	Kieselsäure in Procenten	Gestattete Differenz
1) bei einem Augit v. d. Formel		
$Mg^3 \ddot{Si}^2 + Ca^3 \ddot{Si}^2$	55,55 bis 56,80	1,25 Proc.
2) bei einem Augit (Tremolit)		
$3Mg^3 \ddot{Si}^2 + Ca^3 \ddot{Si}^2$	57,70 bis 59,00	1,30 Proc.

Noch größer werden die gestatteten Differenzen dadurch, daß wir den Analysen einen, zwischen allen Bestandtheilen annähernd gleich vertheilten, Gesamt-Verlust oder ein summarisches Schwanken von 1 Proc. erlauben wollen, wodurch die Differenzen respective bis auf 1,80 und 1,88 Proc. steigen können, das Sauerstoff-Verhältniß $\dot{R} : \ddot{Si}$ aber immer noch der Formel $\dot{R}^3 \ddot{Si}^2$ entspricht. Gewiß ist es nicht zu viel verlangt, daß Analysen, aus denen man mit Sicherheit die Augitformel ableiten will, eine procentale Menge der Kieselsäure geben müssen, welche bis zu etwa 0,9 Proc. unter oder über der berechneten Kieselsäuremenge liegen, also um etwa 1,8 Proc. schwanken kann. Bei der Aufstellung der obigen Gränzwerthe (A) dürften wir daher nicht zu rigorös zu Werke gegangen seyn; wenigstens nicht bei Analysen, welche eine *möglichst scharfe Bestimmung* der

Kieselsäure (und Thonerde) zu einem ihrer Hauptzwecke hatten, um als gewichtiges Kriterium zur Entscheidung über eine Hypothese zu dienen, die *einzig und allein* hierdurch einige Nahrung gewinnen könnte.

Vergleicht man nun die Gränzwerthe *A* mit den Rammelsberg'schen Analysen, so findet man, dafs von diesen 22 Analysen in Betreff ihrer Sauerstoff-Propportionen, fallen

innerhalb des Bereichs der Formel (1)	2	Analysen
zwischen Formel (1) und (2)	2	"
innerhalb des Bereichs der Formel (2)	7	"
zwischen Formel (2) und (3)	9	"
innerhalb des Bereichs der Formel (3)	1	"
zwischen Formel (3) und (4)	0	"
innerhalb des Bereichs der Formel (4)	1	"

22 Analysen

Von 22 Analysen sind es also nur 7, deren Sauerstoff-Propportionen, bei Zugrundelegung der Rammelsberg'schen Hypothese, die Aufstellung der Augitformel (2) zulassen. Betrachten wir diese 7 Analysen in dem Folgenden etwas näher. Sie beziehen sich auf:

- 1) Tremolit von der Insel Maneetsok in Grönland; mit körnigem Kalk verwachsen. Erlitt beim Glühen einen Gewichtsverlust von 3,33 Proc., über dessen chemische Beschaffenheit (Wasser? Kohlensäure?) wir nichts erfahren, und welcher daher auch bei Berechnung der Sauerstoff-Proportion gänzlich aufser Acht gelassen wurde. Addirt man hierzu den Verlust, welchen die Analyse ausserdem gegeben hat, 0,57 Proc., so erhält man die Summe der unberücksichtigt gebliebenen Procente = 3,90.
- 2) Grüner durchsichtiger, krystallisirter Strahlstein vom Greiner im Zillerthal, in Talk eingewachsen. Ein Glühverlust von 1,29 Proc. wurde unberücksichtigt gelassen.
- 1) Die Sauerstoff-Proportion ist 1:2,62, fällt also noch etwas über die Gränze von 1:2,45 bis 2,55 hinaus.

Verlust bei der Analyse = 0,94 Proc. Summe der unberücksichtigt gebliebenen Procente = 2,23.

- 3) Pargasit von Pargas. Ueberücksichtiger Glühverlust = 1,10 Proc. Verlust bei der Analyse = 2,70 Proc. ¹⁾, Summe der unberücksichtigt gebliebenen Procente = 3,80.
- 4) Hornblende von Bogoslawsk am Ural. Unberücksichtiger Glühverlust = 0,39 Proc. Ein ebenfalls unberücksichtigt gebliebener Titansäuregehalt = 1,01 Proc. Verlust bei der Analyse = 1,73 Proc. Summe der unberücksichtigt gebliebenen Procente = 3,13.
- 5) Hornblende von Pargas. Unberücksichtiger Glühverlust = 0,52 Proc. Verlust bei der Analyse = 1,00 Proc. ²⁾. Summe der unberücksichtigt gebliebenen Proc. = 1,52.
- 6) Hornblende von Brevig. Unberücksichtiger Glühverlust = 0,48. Desgleichen Titansäuregehalt = 1,01 Proc. Verlust bei der Analyse = 1,37. Summe der unberücksichtigt gebliebenen Procente = 2,86.
- 7) Hornblende vom Stenzelberg im Siebengebirge. Unberücksichtiger Glühverlust = 0,48 Proc. Desgleichen Titansäuregehalt = 0,19 Proc. Verlust = 0,33 Proc. Summe der unberücksichtigten Procente = 1,00.

Analysen, wie die von 1, 2, 3, 4 und 6, bei welchen 2,23 bis 3,90 Proc. der Bestandtheile nicht berücksichtigt wurden, eignen sich unmöglich zur Schlichtung einer Streitfrage, die nur durch die schärfsten analytischen Resultate als überhaupt befugt erscheinen kann. Somit bleiben blofs die beiden Analysen 5 und 7 übrig. Bei ersterer wurden 1,52, bei letzterer 1,00 Proc. der Bestandtheile unberücksichtigt gelassen. Diefs mag allenfalls angehen, obwohl 1,52 Proc. schon die Gränze überschreitet, die man hier mit Recht innehalten sollte.

Nachdem nun obige 7 Analysen auf zwei reducirt worden sind, wollen wir versuchen, denselben einigen Zuwachs zuzuführen. Einige andere jener 22 Analysen, von denen wir bei unserer Prüfung ausgingen, fallen mit ihren Sauer-

1) Unter gehöriger Berücksichtigung des Floors.

2) Desgleichen.

stoff-Proportionen so nahe auferhalb der von uns gezogenen Gränzen, dafs es wie eine lieblose Willkür aussehen könnte, wenn wir durchaus streng auf die Erfüllung dieses Maafses bestehen wollten. Durch besondere Umstände kann es vorkommen, dafs, bei einer sonst genauen Analyse, sich das Gewicht eines Fehlers vorzugsweise an *eine* Art der Bestandtheile, an die elektropositiven oder elektronegativen, hängt, wodurch das Gesamt-Sauerstoff-Verhältnifs leicht zu einer verhältnifsmäfsig gröfseren Abweichung gebracht wird. Um auch diesem speciellen Falle Rechnung zu tragen, wollen wir jene Gränzen bis zum doppelten Abstände erweitern, also von 1,95 — 2,05 bis auf 1,90 — 2,10 bringen. Dadurch erhalten wir vor der Hand folgenden Zuwachs ¹⁾.

- 8) Hornblende von Edenville. (Sauerstoff Proportion = 1:2,09). Unberücksichtigter Glühverlust = 0,46. Verlust = 1,88. Summe der unberücksichtigten Procente = 2,34.
- 9) Hornblende von Arendal. (Sauerstoff-Proportion = 1:2,06). Unberücksichtigter Glühverlust = 0,37. Verlust = 0,56. Summe der unberücksichtigten Procente = 0,93.
- 10) Hornblende von Härtlingen. (Sauerstoff-Proportion = 1:1,93.) Ueberschufs bei der Analyse = 1,28 Proc. Unberücksichtigter Titansäuregehalt = 1,01 Proc.

Die Analyse 8 dürfte für unsere Waage wohl zu leicht, die Analyse 10 aber zu schwer befunden werden. Mithin läfst sich nur allenfalls die Analyse 9 als ein Zuwachs der, der Rammelsberg'schen Hypothese nicht ungünstigen Thatsachen betrachten.

Setzen wir die vier Analysen der, so eben in der An-

- 1) Die Analysen der Tremolite vom St. Gotthardt und von Gouverneur, welche Sauerstoffwerthe von 2,03 bis 2,09 und von 2,06 ergaben, können hier nicht in Betracht kommen, da diese Amphibole weder Eisenoxyd noch Thonerde enthalten, also zur Schlichtung unserer Streitfrage nichts beizutragen vermögen. Auch bei den oben erwähnten Analysen (1 und 2) des Tremolit v. Maneetsok und des Strahlsteins v. Greiner tritt dieser Umstand noch hinzu.

merkung namhaft gemachten, weder thonerde- noch eisenoxydhaltigen Amphibole außer Betracht, so ergibt sich als Endresultat unserer Prüfung:

Von achtzehn (18) Analysen verschiedener Amphibole, unter denen 2 thonerdehaltige und 16 thonerde- und eisenoxydhaltige, entsprechen höchstens drei (3) Analysen den Anforderungen der Rammelsberg'schen Hypothese.

Unsere starken Zweifel, die wir schon *a priori* in die Richtigkeit der Rammelsberg'schen Ansichten setzen mußten, finden wir folglich *a posteriori* in so entschiedener Weise gerechtfertigt, daß uns die Hypothese unhaltbar erscheint.

Doch suchen wir zu retten, was zu retten ist. Unter den Trümmern einer Hypothese findet man mitunter werthvolle Bruchstücke, die bei anderen System-Gebäuden mit Nutzen als Bausteine verwendet werden können. Wir haben so eben gesehen (s. d. vorhergehende Anmerkung), daß die, mit den äußeren Charakteren eines Amphibols auftretenden Tremolite vom St. Gotthardt und Gouverneur, welche weder Eisenoxyd noch Thonerde enthalten, annähernd zur Augitformel führen, indem beide die Sauerstoff-Propor- tion 1 : 2,06 geben. Wahrscheinlich haben wir in diesen Mineralien einen Zuwachs unserer Erfahrung erhalten: daß die, chemische, Augitsubstanz, außer in ihrer gewöhnlichen Form, auch in Amphibolform aufzutreten vermag. Ich selbst habe diese, jetzt wohl nicht mehr zu bezweifelnde Thatsache früher mehrfach zu befürworten und mit Beispielen zu belegen gesucht¹⁾. Allein es würde vielleicht zu vorschnell seyn, wenn wir uns zu dem Schlusse hinreißen ließen: *alle* Tremolite seyen, ihrer Mischung nach, Augite, ihrer Form nach, Amphibole. Von Rammelsberg's Analysen vier verschiedener Tremolite stimmen nur die oben aufgeführten zwei hiermit überein, während sich eine andere entschieden der Amphibolformel nähert. Vor

1) Der Paramorphismus u. s. w. S. 38 u. f. Pogg. Ann. Bd. 89, S. 12 bis 14 und Bd. 91, S. 383 bis 385.

mehreren Jahren analysirte mein dermaliger Assistent Rob. Richter einen nadelförmigen Tremolit vom St. Gotthardt ¹⁾, dessen Zusammensetzung genau der Amphibolformel entsprach. Rammelsberg's Bemerkung, dafs bei älteren Analysen wohl leicht zu viel Kieselsäure gefunden seyn könnte, weil die abgeschiedene Kieselsäure nicht mit Flufssäure auf ihre Reinheit geprüft wurde, kann sich nicht auf die Richter'sche Analyse beziehen, denn dieselbe wurde, wie in der betreffenden Abhandlung angeführt, unter Beobachtung sowohl dieser als anderer unerläßlicher Regeln zur scharfen Bestimmung der Kieselsäure und der Basen vorgenommen, welche ich bereits vor 6 Jahren ausführlich beschrieben ²⁾ und seit mehr als 12 Jahren bei allen meinen Sili-cat-Analysen in Anwendung gebracht habe.

Nach dieser kleinen Abschweifung kommen wir wieder auf unseren Hauptgegenstand zurück: auf die chemische Constitution der Amphibole.

Rammelsberg hat sich von zwei, bei der chemischen Constitution der Amphibole in Betracht kommenden Umständen überzeugt, in welchen wir mit ihm vollkommen übereinstimmen, nämlich: 1) dafs es zu keinen annehmbaren Resultaten führt, wenn man Thonerde und Eisenoxyd als *basische* Bestandtheile annehmen wollte, und 2) dafs es ebenso wenig thunlich ist, Thonerde und Eisenoxyd in der Weise als *elektronegative* Stoffe zu betrachten, dafs 1 Atom Si durch 1 Atom Al und Fe vertreten werden könne. Nach eingesehener Unzulässigkeit dieser Annahmen wurde Rammelsberg zur Aufstellung seiner Hypothese von den gegensätzlichen Rollen der Thonerde und des Eisenoxyds gebracht.

Nach völliger Abschneidung dieser Défiléen, welche zu dem räthselhaften chemischen Innern der Amphibole führen sollten, und bei der unabläugbaren Gewifsheit, dafs doch auch die Amphibole eine bestimmte chemische Constitution

1) Pogg. Ann. Bd 84, S 353.

2) Pogg. Ann. Bd. 84, S, 324 bis 340.

haben müssen, bleibt uns nichts anderes übrig, als uns dem polymeren Isomorphismus in die Arme zu werfen. Um die Anwendbarkeit der Gesetze desselben auf bestimmte Mineralien zu zeigen, müssen die Analysen dieser Mineralien gewissen Anforderungen entsprechen. Die hier in Rede stehenden Amphibol-Analysen thun dies größtentheils *nicht*, theils wegen der schon oben erwähnten beträchtlichen Verluste, theils wegen der nicht genauen Wassergehalts-Bestimmungen. In Betreff der letzteren theilt uns Rammelsberg, auf S. 440 seines Aufsatzes, mit: „Der Glühverlust ist der, den das grobe Pulver in mäßiger Rothglühhitze erleidet, wobei es äußerlich sich nicht verändert. Er beträgt $\frac{1}{2}$ bis 1 Procent, und besteht wohl nur aus hygroskopischer Feuchtigkeit. Dafs in starker Hitze ein abermaliger stärkerer Verlust von 1 bis 2,3 Procent durch Entweichen von Fluorkiesel und etwas Wasser eintritt, hat schon Bonsdorff gefunden.“ Bei einem solchen Verfahren ist natürlich für eine genaue Bestimmung des chemisch gebundenen Wassers ganz und gar nichts gethan; um so weniger als nicht einmal auf die, in Folge stärkeren und längeren Erhitzens stets mehr oder weniger eintretende Oxydation des Eisenoxyduls zu Eisenoxyd Rücksicht genommen zu seyn scheint, wodurch der Glühverlust entsprechend kleiner ausfällt als er wirklich ist. Auf solche Weise kann man leicht ein Paar Procent Wasser übersehen. Enthält ein wasserhaltiges Silicat zugleich Fluor, so wird dadurch die genaue Bestimmung seines Wassergehaltes allerdings erschwert, aber keineswegs unmöglich. Glücklicherweise enthalten jedoch nur wenige Amphibole beträchtliche Mengen von Fluor; die meisten so gut wie gar keins. In Betreff der von mir angewendeten Methoden zur scharfen Bestimmung des chemisch gebundenen Wassers in Silicaten, muß ich auf meine Analysen der Talke und verwandten Mineralien, der Epidote, Vesuviane, des Proposit u. s. w. verweisen.

Unter solchen Umständen sind nur wenige der gedachten 18 Amphibol-Analysen unmittelbar geeignet, einer genauen Prüfung hinsichtlich der Anwendbarkeit der Gesetze

des polymeren Isomorphismus auf dieselben unterworfen zu werden. Doch möge folgende Uebersicht derselben hier einen Platz finden, bei welcher dieß, so gut es sich thun liefs, wenigstens versucht wurde. Die in Columnne I angegebenen Sauerstoff-Proportionen wurden nach den Principien des polymeren Isomorphismus berechnet, $3\ddot{\text{Al}} = 3\ddot{\text{Fe}} = 2\ddot{\text{Si}}$, und $3\text{H} = 1\text{R}$. Ferner wurde hierbei die in einigen Hornblenden von Rammelsberg gefundene Titansäure (bis zu etwas über 1 Procent betragend) dadurch in Rechnung gebracht, dafs der Sauerstoffgehalt derselben dem der Kieselsäure zugelegt wurde. Durch Analysen einiger — im Freiburger Gneus auftretenden — Glimmer, welche bis gegen 3 Proc. Titansäure enthalten, habe ich mich überzeugt, dafs die Titansäure in derartigen Silicaten als eine elektronegative, die Kieselsäure vertretende Substanz zu betrachten seyn dürfte. Endlich sind in Columnne II die Gesamtverluste angeführt, welche die Rammelsberg'schen Analysen gegeben haben.

	I.	II.
	Sauerstoff- Proportion.	Verlust oder Ueberschuß
	(R) : [Si]	in Procenten.
Strahlsteine.		
1. St. v. Greiner im Zillerthal	1 : 1,97	— 0,94
2. St. v. Arendal	1 : 2,06	+ 0,86
Hornblenden.		
1. H. v. Edenville	1 : 2,18	— 1,88
2. Pargasit	1 : 1,87	— 2,70
3. H. v. Monroe	1 : 1,99	+ 0,34
4. Carinthin	1 : 2,59	— 0,87
5. H. v. Ural	1 : 2,30	— 1,73
6. H. v. Pargas	1 : 2,18	— 1,00
7. H. von Arendal	1 : 2,42	— 0,56
8. H. v. Filipstad	1 : 1,92	— 2,33
9. H. v. Brevig	1 : 2,40	— 1,37
10. H. v. Fredriksvärn, a	1 : 2,22	— 1,41
11. H. v. Fredriksvärn, b	1 : 2,34	— 1,30
12. H. v. Vesuv	1 : 2,33	— 1,22
13. H. v. Härtlingen	1 : 2,37	+ 1,28
14. H. v. Cernosin	1 : 2,35	+ 1,20
15. H. v. Honnef	1 : 2,39	— 1,66
16. H. v. Stenzelberg	1 : 2,50	— 0,33

Die Betrachtung der Columnne II zeigt uns zunächst, daß von den 16 Hornblend-Analysen nicht weniger als 11 einen Verlust von 1 bis 2,70 Proc. ergeben haben. Da sich bei Analysen wie die Rammelsberg'schen nicht annehmen läßt, daß diese ungewöhnlich großen Verluste von zufälligen und verschiedenartigen Fehlern herrühren, so werden wir darauf hingewiesen: die gemeinschaftliche Ursache derselben in der analytischen Methode zu suchen. Nun hat aber Rammelsberg *alle* Bestandtheile der Hornblenden — als da sind: Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Eisenoxydul, Manganoxydul, Kalkerde, Magnesia, Kali, Natron, Titansäure und Fluor — nach den besten Methoden und gewiß mit seiner bewährten Genauigkeit bestimmt, nur allein, wie wir uns vorhin überzeugten, *mit Ausnahme des Wassers* ¹⁾. Möge uns daher die einstweilige Annahme gestattet seyn, daß wenigstens derjenige Theil dieser Verluste, welcher über 0,75 Proc. beträgt, in Wasser bestehe. Wird auch dieses Wasser als basisches in Rechnung gebracht, so verändern sich dadurch die Sauerstoff-Proportionen unserer Hornblenden wie folgt. Zugleich sind dabei die Gesamtwassergehalte angegeben, wie man sie erhält, wenn man die von Rammelsberg gefundenen Wassermengen zu den von uns angenommenen addirt.

Strahlsteine.	Sauerstoff- Proportion R: [Si]	Gesammt- Wasser- gehalt. Proc.	Wasser- gehalt nach Ram- melsberg.
1. St. v. Greiner im Zillerthal	1 : 1,95	1,48	1,29
2. St. v. Arendal	1 : 2,06	2,20	2,20

1) Doch dürfen vielleicht auch Rammelsberg's Bestimmungen des *Eisenoxxyduls* (und Eisenoxys) einer kleinen Correction bedürfen. Man sehe hierüber meine Abhandlung: Bemerkungen über die chemische Constitution der Epidote und Idokrase, in den Berichten der Gesellschaft d. Wissenschaften zu Leipzig, Sitzung am 7. August 1858, und daraus in Erdmann's Journal f. prakt. Chem. Bd. 75, Heft 2.

Poggendorff's Annal. Bd. CV.

Hornblenden.	Sauerstoff- Proportion	Gesamt- Wasser- gehalt.	Wasser- gehalt nach Ram- melsberg.
	R: [Si]	Proc.	
1. H. v. Edenville	1 : 2,13	1,59	0,46
2. Pargasit	1 : 1,80	3,05	1,10
3. H. v. Monroe	1 : 1,99	0,59	0,59
4. Carinthin	1 : 2,57	0,41	0,29
5. H. v. Ural	1 : 2,25	1,37	0,39
6. H. v. Pargas	1 : 2,16	0,77	0,52
7. H. v. Arendal	1 : 2,42	0,56	0,56
8. H. v. Filipstad	1 : 1,85	2,38	0,80
9. H. v. Brevig	1 : 2,36	1,10	0,48
10. H. v. Fredriksvärn, a	1 : 2,19	1,26	0,60
11. H. v. Fredriksvärn, b	1 : 2,31	1,09	0,54
12. H. v. Vesuv	1 : 2,30	0,84	0,37
13. H. v. Härtlingen	1 : 2,37	0	0
14. H. v. Cernosin	1 : 2,32	0,71	0,26
15. H. v. Honnef	1 : 2,31	1,70	0,79
16. H. v. Stenzelberg	1 : 2,50	0,48	0,48

Versuchen wir jetzt, unsere Strahlsteine und Hornblenden, nach der Beschaffenheit ihrer Sauerstoff-Propportionen, in Klassen zu bringen.

Erste Klasse. Sauerstoff-Prop. 1 : 1,75.

Gränzwerthe 1,65 bis 1,85.

Pargasit 1 : 1,80

H. v. Filipstad 1 : 1,85

Zweite Klasse. Sauerstoff-Prop. 1 : 2,00

Gränzwerthe 1,90 bis 2,10.

St. v. Greiner 1 : 1,95

H. v. Monroe 1 : 1,99

St. v. Arendal 1 : 2,06

(H. v. Edenville 1 : 2,13)

Dritte Klasse. Sauerstoff-Prop. 1 : 2,25.

Gränzwerthe 2,15 bis 2,35.

H. v. Pargas 1 : 2,16

H. v. Fredriksvärn, a 1 : 2,19

H. v. Ural	1 : 2,25
H. v. Vesuv	1 : 2,30
H. v. Fredriksvärn, b	1 : 2,31
H. v. Honnef	1 : 2,31
H. v. Cernosin	1 : 2,32
(H. v. Brevig	1 : 2,36)
(H. v. Härtlingen	1 : 2,37)

Vierte Klasse. Sauerstoff-Prop. 1 : 2,50.

Gränzwerthe 2,40 bis 2,60.

H. v. Arendal	1 : 2,42
H. v. Stenzelberg	1 : 2,50
Carinthin	1 : 2,57

Von der H. v. Edenville bleibt es ungewiss, ob sie zur 2. oder 3. Klasse gehöre, und von den H. v. Brevig und v. Härtlingen ¹⁾, ob sie zur 3. oder 4. Klasse gehören. Die Sauerstoff-Proportionen unserer vier Klassen entsprechen folgenden Formeln:

Erste Klasse = $3(\dot{R})^3 [\ddot{Si}]^2 + (\dot{R})^3 [\ddot{Si}]$

Zweite Klasse = $(\dot{R})^3 [\ddot{Si}]^2$ (Augit-Formel)

Dritte Klasse = $(\dot{R})^2 [\ddot{Si}]^2 + (\dot{R}) [\ddot{Si}]$ (Amphibol-F.)

Vierte Klasse = $^*(\dot{R})^3 [\ddot{Si}]^2 + 3(\dot{R}) [\ddot{Si}]$

Es sind dies dieselben 4 Formeln, welche bereits eingangs dieser Abhandlung aufgestellt wurden.

Erste Klasse. Ob der Pargasit und die H. v. Filipstad wirklich eine solche Klasse bilden, oder ob bei der Analyse dieser Mineralien sich Fehler einschlichen, wodurch die Sauerstoff-Proportionen sich beträchtlich von 1 : 2,00 entfernten, läßt sich nicht mit völliger Sicherheit entscheiden. Für die zweite Annahme spricht der bedeutende Fluor-

- 1) Mit dieser Hornblende scheint es eine eigene Bewandniß zu haben. Der damit vorkommende und — wie Sandberger beschrieben hat — auf eigenthümliche Art verwachsene Augit, den Rammelsberg ebenfalls analysirte, giebt fast genau dieselbe Sauerstoff-Proportion, nämlich $(\dot{R}) : [\ddot{Si}] = 1 : 2,34$. Doch hat die Hornblend-Analyse 1,28 Proc. Ueberschuß gegeben, so daß eine vollkommen scharfe Beurtheilung dieser Verhältnisse vor der Hand nicht möglich ist.

gehalt des Pargasits (2,76 Proc.), welcher die genaue Analyse dieses Minerals jedenfalls sehr erschweren mußte, sowie der von Rammelsberg nicht näher bestimmte Fluor-gehalt der H. v. Filipstad.

Zweite Klasse. Die Strahlsteine v. Greiner und v. Arendal, sowie die H. v. Monroe sind abermalige Beiträge zu unserer oben gedachten Erfahrung: daß die Augitsubstanz dimorph ist, indem sie sowohl in Augit-Form als in Amphibol-Form aufzutreten vermag. Namentlich in Betreff der Strahlsteine ist dies früher schon, sowohl von Rammelsberg als von mir ¹⁾ ausgesprochen worden.

Dritte Klasse. Diese umfaßt diejenigen Hornblenden, welche, trotz aller Anfechtungen, der alten Amphibol-Formel treu geblieben sind. Die H. v. Fredriksvärn b, v. Honnef und v. Cernosin würden wahrscheinlich nicht bloß zwischen den weiteren Gränzen 2,15 bis 2,35, sondern innerhalb der engeren Gränzen 2,20 bis 2,30 mit ihren Sauerstoff-Proportionen fallen, wenn die Wassergehalte dieser Mineralien von uns nicht immer noch um ein wenig, den Bruchtheil eines Procents, zu niedrig angenommen worden wären. Dafür spricht folgende Thatsache. Nach Rammelsberg's Bestimmung ist der Wassergehalt der Hornblende v. Fredriksvärn = 0,54 bis 0,60 Proc. Wir nahmen denselben zu 0,90 bis 0,95 Proc. an. Es ist aber diese Hornblende früher in meinem Laboratorium von Hrn. Capitain v. Kovanko ²⁾ sehr genau untersucht und der Wassergehalt im Durchschnitt mehrerer nahe übereinstimmender Versuche = 1,85 Proc. gefunden worden. Doch will ich nicht in Abrede stellen, daß in Stücken, welche nicht ganz von derselben Fundstätte und derselben Art sind, kleine

1) Pogg. Ann. Bd 84, S. 382.

2) Journ. f. pr. Chem. Bd. 65, S. 341. Die hier mitgetheilte Angabe, daß diese Hornblende 10,24 Eisenoxyd und 9,02 Eisenoxydul enthält, ist vollkommen richtig. Die vor Kurzem von Breithaupt in der Berg- u. hüttenm. Ztg. 1858, No. 1 gemachte Mittheilung eines anderen Verhältnisses zwischen Eisenoxyd und Eisenoxydul bezieht sich auf eine ältere, fehlerhafte Bestimmung dieser beiden Bestandtheile.

Abweichungen vorkommen können, da, wie wir aus den betreffenden Analysen Rammelsberg's und v. Kovanko's ersehen, auch die fixen Bestandtheile etwas differiren. Die Analyse v. Kovanko's giebt die Sauerstoff-Portion $(R) : (\text{Si}) = 1 : 2,20$.

Vierte Klasse. Die wirkliche Existenz dieser Art von Hornblenden, welche eine Sauerstoff-Portion $1 : 2,50$ besitzen, wird durch die drei mitgetheilten Beispiele höchst wahrscheinlich.

Die an genauen analytischen Resultaten so reiche Arbeit Rammelsberg's liefert uns auch werthvolle Beiträge zur näheren Kenntniß der chemischen Constitution der Augite. Von dem eigenthümlichen Augit von Härtlingen war bereits, in einer Anmerkung zur Hornblende v. Härtlingen, die Rede. Außerdem hat Rammelsberg noch Augite vom Aetna, von Schima und vom Laacher See analysirt, und dieselben folgendermaßen zusammengesetzt gefunden.

Kieselsäure	47,38	51,12	50,03
Thonerde	5,52	3,38	3,72
Eisenoxyd	3,85	0,95	2,36
Eisenoxydul	7,89	5,45	6,65
Manganoxydul	0,10	2,63	0,15
Kalkerde	19,10	23,54	22,85
Talkerde	15,26	12,82	13,48
Glühverlust	0,43	—	—
	<hr/> 99,53	<hr/> 99,89	<hr/> 99,24

Daraus ergeben sich, nach unserer Theorie, die Sauerstoff-Verhältnisse:

$$\left. \begin{array}{l} 27,09 : 13,46 = 1 : 2,01 \\ 27,77 : 13,61 = 1 : 2,04 \\ 27,58 : 13,38 = 1 : 2,06 \end{array} \right\} = R^3 [\text{Si}]^2$$

woraus hervorgeht, daß die chemische Constitution dieser
 ● Augite sich ebenfalls in vollkommener Harmonie mit den Principien des polymeren Isomorphismus befindet.

Als Endresultat sämtlicher, von uns hier angestellten Prüfungen und Betrachtungen ergibt sich: *daß die Ram-*

melsberg'sche Arbeit vielfache Beiträge zur näheren Kenntniss des polymeren Isomorphismus geliefert und diejenigen Ansichten über die Augite und Amphibole bestätigt hat, welche ich unter Anderem in meinem Paramorphismus (S. 38) entwickelt habe.

IX. *Brochantit aus Nassau; von F. Sandberger*

Zwischen Obernhof und Nassau an der Lahn setzen Gangtrümmer durch die schieferigen Schichten des Spiriferensandsteines, welche die Fortsetzung des berühmten Holzappler Gangzuges bilden, dessen Erzreichthum bereits seit Jahrhunderten durch den Bergbau ausgebeutet wird. Diese Trümmer bestehen aus weißem Fettquarze, in welchem Kupferkies und Bleiglanz, theils isolirt, theils mit einander gemengt, und Eisenspath vorkommen. Am Ausgehenden finden sich dann die Producte der Zersetzung dieser Körper und der Einwirkung derselben auf das Nebengestein, von denen ich schon früher (Jahrb. des Nass. Vereins für Naturkunde VII, S. 264) Malachit, Allophan in warzigen und traubigen Gestalten, so wie Aragonit beschrieben habe, welcher theils in reinen schneeweißen Rosetten und spießigen Krystallen, auf einem dünnen Ueberzuge von Brauneisenstein aufliegend, theils in hell spangrünen oder nahezu himmelblauen, durch kohlen-saures Kupferoxyd gefärbten Rinden vorkommt.

Bekanntlich zersetzen sich kalkhaltige Eisenspathe in der Weise, daß das kohlen-saure Eisenoxydul in Oxydhydrat oder Brauneisenstein übergeht, den ich, weil die Zersetzung aller Eisenoxyd oder Oxydul enthaltenden Mineralkörper unter den gewöhnlichen Bedingungen der Oxydation in der Natur mit der Bildung desselben endigt, als die stabile Form des Eisens in der Natur zu bezeichnen pflege, wäh-

rend der kohlensaure Kalk sich als solcher, und etwaiger Gehalt an Manganoxydul als Wad, Psilomelan oder Pyrolusit ausscheidet, deren Gegenwart auch bei einer innigen Mischung mit dem Brauneisenstein überaus leicht durch die Löthrohrprobe und die Chlorentwicklung mit Salzsäure erkannt werden kann. Ein eclatantes Beispiel dafür bieten die steyerischen und kärnthener Eisenspathlagerstätten. Aber ausser dem Eisenspath ist auch Bleiglanz und Kupferkies der oben erwähnten Gangtrümmer in neue Körper umgewandelt. So erscheint fast jedes Trümchen, in welchem Kupferkies und Bleiglanz gemeinschaftlich vorkommen, von einer himmelblauen, fettglänzenden Rinde eingefasst, deren Untersuchung sie als Bleilasur, $Pb \ddot{S} + Cu H$, ergibt, indem der Körper auf Kohle, ausser der Schwefelreaction, ein Bleikorn und einen Bleioxydbeschlag liefert, und sich in Ammoniak mit Zurücklassung eines weissen schweren Pulvers zu einer lasurblauen Flüssigkeit auflöst. Auf dieser Substanz, oder auf dünnen Ueberzügen von Brauneisenstein oder Aragonit sitzt dann ein smaragdgrünes Mineral in strahligen, seidenglänzenden Aggregaten oder, wiewohl weit seltener, in glasglänzenden, dunkelgrünen Krystallen, welches mir von Hrn. Berg- und Hüttenwerks-Director E. Raht zu Holzappel in einer kleinen Suite zur Untersuchung gütigst mitgetheilt wurde. Ich fand an den Krystallen die Flächen $\propto P$, $\propto \ddot{P}$ und $\ddot{P} \propto$ des rhombischen Systems, ohne jedoch diese Bestimmung bei der Kleinheit der Krystalle und der starken vertikalen Streifung von $\propto P$ durch Messung controliren zu können. Eine Prüfung vor dem Löthrohre ergab Kupfer und Schwefelsäure, und ich mußte daher in dem grünen Körper das so sehr selten in der Natur vorkommende basisch schwefelsaure Kupferoxyd, den Brochantit Levy's, vermuthen, über dessen Zusammensetzung nach den bis jetzt vorliegenden Analysen noch nicht mit voller Sicherheit geurtheilt werden konnte.

Ich übergab daher eine angemessene Quantität des Minerals dem Assistenten am chemischen Laboratorium des

Polytechnicums, Hrn. H. Risse, welcher unter Leitung des Hrn. Hofrath Weltzien nachstehende Analysen ausführte. Es war leider nicht möglich, die sehr dünnen Ueberzüge des Brochantits absolut von dem anhängenden Brauneisenstein zu trennen und es wurde deshalb Kupfer und Schwefelsäure in ungewogenen Mengen bestimmt und erhalten:

- I. 0,3030 Cu und 0,2489 Ba S entspr. 0,0854 S ,
 II. 0,2153 Cu " 0,1700 Ba S " 0,05838 S ,

woraus sich das Verhältniß von Cu zu $\text{S} = 7 : 2$ ergibt.

Eine dritte Analyse, mit 0,0851 Grm. des über Chlorcalcium getrockneten Minerals ausgeführt, ergab:

0,01120 H
 0,01497 S entspr. 0,0436 Ba S
 0,05350 Cu
 0,00460 Fe
 0,00170 unlösl. Rückstand (Nebengestein).

Berechnet man das Eisenoxyd als $\text{Fe}^2 \text{H}^3$ und bringt es nebst dem Rückstand in Abzug, so bleibt als Zusammensetzung des Minerals:

Cu 0,05350 = 67,8 Proc.
 S 0,01497 = 19,0 Proc.
 H 0,01043 = 13,2 Proc.,

entsprechend der Formel $\text{Cu}^7 \text{S}^2 + 6\text{H}$, welche bei der Berechnung giebt:

$7 \text{Cu} = 280 = 67,6 \text{ Proc.}$
 $2 \text{S} = 80 = 19,3 \text{ Proc.}$
 $6 \text{H} = 54 = 13,1 \text{ Proc.}$

Die Analyse ergab überdißs Spuren von Chlor: es liefs sich nicht direct entscheiden, ob dießs von der Beimischung einer sehr geringen Quantität Smaragdochaloit herrühre oder mit zu der Zusammensetzung des Brochantits gehöre. Da sich Kupferoxyd und Schwefelsäure in allen drei Analysen constant wie 7 : 2 verhalten, so wird man wohl die Formel,

insofern sie sich auf diese beiden Bestandtheile bezieht, als definitiv betrachten können, während die Wasserbestimmung wegen des beigemengten Brauneisensteines noch nicht über alle Zweifel erhaben ist.

Vergleicht man das hier mitgetheilte Resultat mit den bisherigen Analysen des Brochantits von Retzbanya von Magnus (diese Ann. XIV, 141) und des sog. Krisuvigits von Island von Forchhammer (Journal für practische Chemie XXX, S. 396), so ergibt sich eine hinreichend große Uebereinstimmung, um keinen Zweifel über die Identität sämtlicher Körper zu lassen. Die Analyse des Krisuvigits paßt vortrefflich auf meine Formel, während die von Magnus mit unreinem Material gemacht ist und nicht einem eigenen isomorphen Minerale zugehört, da Zinnoxid nicht als Vertreter von Kupferoxyd betrachtet werden kann. Beide Vorkommen habe ich nicht mineralogisch untersuchen können, wohl aber dasjenige von Cumberland, wo der ganz mit dem nassauischen übereinstimmende Brochantit sich mit Mimetesit, Ziegelerz und Kupferkies, aus welchem man ihn direct entstehen sieht, in Spalten eines Quarzganges findet, dessen Schwerspath, in Quarzpseudomorphosen verwandelt, die Drusenräume füllt.

Es bleibt noch übrig, die wahrscheinliche Entstehung des nassauischen Brochantits kurz zu beleuchten.

Dafs er sich aus Kupferkies unter gleichzeitiger Ausscheidung von Brauneisenstein bildet, ist nach dem steten Zusammenvorkommen mit beiden wohl unzweifelhaft; aber es würde räthselhaft seyn, warum sich basisch schwefelsaures Kupferoxyd statt neutrales bildet, wenn man nicht annehmen dürfte, dafs sich der mitauftretende kohlensaure Kalk mit dem letzteren zersetzte, jedoch die Quantität desselben nicht hinreichte, um sämtliche Schwefelsäure an Kalk zu binden, und dafs daher basisch schwefelsaures Kupferoxyd, Malachit und Gyps gebildet wurde, welcher letztere in Folge seiner Löslichkeit größtentheils ausgewaschen worden seyn mag.

Carlsruhe, d. 9. December 1858.

X. *Neugebildete Sanidin-Krystalle¹⁾ in Folge von Gesteinsverwitterung; vom Bergrath Dr. Jenzsch.*

(Aus dem lithologischen Laboratorium im Herzoglichen Schlosse zu Siegen bei Gotha.)

Wenn namentlich, wie ich es schon in meiner Abhandlung »Lithologie, die Basis der rationellen Geologie«²⁾ aussprach, das genaue Studium der verwitterten und in der Verwitterung begriffenen Gesteine oft viel Aufschlüsse über die Natur ihrer Gemengtheile giebt, so muß man sich doch hüten, *alle* in den verwitterten Gesteinsmassen inliegenden Krystalle ohne Weiteres für ursprünglich dem Gesteine zugehörige Gemengtheile zu halten, denn zuweilen bilden sich in den bei der Gesteinsverwitterung erzeugten thonigen und lehmigen Massen secundäre Mineralien.

Ohne weiter einzugehen auf die übrigen, den Melaphyr zusammensetzenden Gemengtheile, welche sich in den frischeren Abänderungen unter dem Mikroskope als solche erkennen lassen, und unter denen sich besonders zahlreiche nadelförmige Zwillinge- und Drillings-Krystalle, wohl auch Vierlinge eines plagioklastischen Felsites auszeichnen, sey hier nur erwähnt, daß ich weder in den Zwickauer noch in den Thüringer Melaphyren die Sanidin oder glasiger Feldspath genannte Orthoklas-Varietät als Gemengtheil beobachtete, wohl aber traf ich häufig porphyrtig in der scheinbar dichten Melaphyrgrundmasse gröfsere oder kleinere Krystalle des gemeinen Orthoklases.

Oft findet man regelmäfsige Verwachsungen desselben nach dem bekannten Gesetze der Ellnboegner (Carlsbader) Zwillinge.

1) In seinem Lehrbuche der chemischen und physikalischen Geologie Bd II, S. 2191 beschreibt Hr. G. Bischof frisch gebildete Sanidin-Krystalle im Trachyt-Conglomerate am Langenberge, vom Lutterbach und vom Scharfenberge. D. Verf.

1) G. v. Leonhard, N. Jahrb. d. Mineralogie 1858, Heft 5.

Fängt der Melaphyr an zu verwittern, so gelingt es zuweilen, die in angehender Verwitterung begriffenen Orthoklas-Krystalle aus der sie umgebenden Grundmasse auszulösen.

Ist durch die fortgeschrittene Verwitterung der Melaphyr auch schon ganz in einen fetten Melaphyr-Thon umgeändert, so findet man doch immer noch in letzterem trübe und glanzlos gewordene Orthoklas Krystalle.

Wenn es auch keinem Zweifel unterliegt, daß die in dem durch Verwitterung des daselbst noch ringsum umstehenden Melaphyrs von Tanhof bei Zwickau gebildeten fetten Thone zahlreich inneliegenden, schon sehr veränderten Orthoklase dem Melaphyr ursprünglich zugehörten, so läßt sich nicht dasselbe annehmen von den Sanidin-Krystallen, welche ich in dergleichen anstehenden ¹⁾ Thonen sowohl von *Tanhof*, als auch am *Buschberge bei Zwickau* antraf.

Diese ziemlich kleinen, höchstens bis zu 1,5^{mm} langen Sanidin-Krystalle sind häufig ringsum ausgebildet, ihre Flächen sind gewöhnlich etwas rauh und mit einem zweiten Ueberzuge des sie umgebenden Thones bedeckt; im Innern sind sie vollkommen wasserhell, zeigen nie Zerklüftungen und besitzen einen lebhaften Glasglanz, den man besonders auf den leicht zu erhaltenden Spaltungsflächen beobachten kann.

Da die frischen Melaphyre, aus den die betreffenden anstehenden Thone entstanden sind, Sanidin als Gemengtheil nicht enthalten, so ist man gezwungen, anzunehmen, daß die beschriebenen, namentlich zu Tanhof bei Zwickau recht häufig angetroffenen, immer einfachen Sanidin-Krystalle sich nicht in Folge der Gesteinsverwitterung im Melaphyrthone gebildet haben.

Die umgebenden Thone hemmten etwas die völlig freie Entwicklung der sich bildenden Sanidin-Krystalle: daher ihre meist raue Oberfläche und die auf dieser häufig beobachteten Eindrücke.

1) Jenzsch, die Verbreitung des Melaphyr- und Sanidinquarzporphyrs von Zwickau. Berlin (W. Hertz) 1858, S. 51.

In ihrer Begleitung finden sich stets kleine schwarze, lebhaft glänzende Glimmerblättchen, welche ebenfalls dem *frischen Melaphyre ganz fremd* sind, und deren Bildung erst in der Gesteinsverwitterung ihren Grund hat.

Dies ein neuer Beweis, daß Feldspathbildung unter sehr verschiedenen Bedingungen erfolgen kann; hier sogar, wie es den Anschein hat, bei gewöhnlicher Temperatur und auf nassem Wege in Folge von Gesteinsverwitterung.

XI. *Das Trevelyan-Instrument bewegt durch den galvanischen Strom; von W. Rollmann in Strahlsund.*

Unter den interessanten Bewegungserscheinungen innerhalb des Schließungsbogens der galvanischen Kette, welche Hr. A. Paalzow in diesen Annal. Bd. 104, S. 413 bespricht, ist eine, die ich früher unter etwas anderer Form schon beobachtete und von der sich eine Notiz im Jahresberichte des naturwissenschaftlichen Vereins zu Halle vom Jahre 1850 findet. Ich meine die wiegende Bewegung eines Kohlenhalbringes, der, auf einem dünnen Platinbleche ruhend zum Leiter des Stromes gemacht wird. Hr. Paalzow erklärt vollständig den Hergang der Sache; es läßt sich derselbe jedoch auch, wie mir scheint, in aller Kürze so deuten, daß man sagt: *Der Apparat ist ein Trevelyan-Instrument, dem die Wärme, welche auf bekannte Weise seine zitternde Bewegung erhält, durch den galvanischen Strom zugeführt wird.*

Zum Träger und Wieger lassen sich gewiß alle Körper gebrauchen, welche die Elektrizität gut leiten, vorausgesetzt, daß man ihnen, besonders an den Berührungspunkten, eine passende Form giebt. Als Beispiel führe ich nur an, daß ich früher ein Instrument im Schwingen erhielt aus

Kupfer und Kupfer, und ein zweites aus Messing (Wieger) und Eisen (Träger). Jetzt habe ich einige neue Versuchsreihen gemacht mit drei verschiedenen Wiegern, nämlich aus Messing, Stahl und Gaskohle und dieselben in dauernden Schwingungen erhalten auf folgenden Trägern:

Gold	Neusilber	Blei
Platin	Eisen	Antimon
Silber	Stahl	Wismuth
Kupfer	Zink	Aluminium
Messing	Kadmium	Gaskohle
Nickel	Zinn	

Was die Wieger betrifft, so war der Messing-Wieger von gewöhnlicher Form, unten convex und oben concav. Der zweite war ein Stück Gussstahl von quadratischem Querschnitte, 4" lang und $\frac{1}{2}$ " breit. Der dritte war ein roh zugerichtetes prismatisches Stück Gaskohle von ungefähr 6" Länge und 1 und $1\frac{1}{2}$ Breite und Dicke. Alle drei waren mit Stielen versehen. Die Träger wurden wegen der Form der Wieger zu Spitzen ausgearbeitet und in den Schraubstock gespannt, wie das schon Seebeck und Tyndall gethan. Der Stiel des Wiegers ruhte auf einer zweiten passenden Unterlage und an sein Ende war ein Draht gelöthet, welcher in Quecksilber tauchte, so daß der Strom jetzt leicht durch Wieger und Träger geleitet werden konnte. Als Elektricitäts-Quelle diente in allen Fällen ein Zink-Eisen Element. Die Schwingungen wurden in den meisten Fällen sehr leicht erhalten. Oft geschahen sie so langsam, daß sie sich bequem zählen ließen: oft folgten sie aber auch einander so rasch, daß sie zu mehr oder minder hohen Tönen verschmolzen. Die Schnelligkeit der Schwingungen ist, wie mir scheint, hauptsächlich abhängig von der Entfernung der Trägerspitzen, vom Gewichte, der Form und der Lage des Schwerpunktes des Wiegers und endlich von der Erwärmung und Ausdehnung der Berührungsstellen. Die meist langsamen Schwingungen des Kohlenwiegers scheinen in der bedeutenden Höhe des Schwerpunktes über dem Unterstützungspunkte ihren Grund zu haben. An den

beiden Berührungsstellen zwischen Träger und Wieger erscheinen während des Tönens oder Schwingens keine Funken, da die Berührung dort ja nicht unterbrochen wird. Ein kleiner Funke kann sich zwar dem Auge leicht entziehen, aber der blanke Messingwieger zeigte nie eine Spur von Oxydation. Auch das Galvanometer bewies dasselbe: denn als mittelst Abzweigung ein Theil des Stromes durch dasselbe geleitet wurde, so ging die Nadel kaum merklich zurück, wenn der vorher ruhende Wieger durch leises Anschlagen zum Schwingen gebracht wurde. Die durch diesen Rückgang angezeigte geringe Schwächung des Stromes erklärt sich aber durch die Vermehrung des Leitungswiderstandes, da beim Tönen der Wieger meist auf einer Spitze schwebt, und nur wenn er auf die andere Seite fällt, momentan auf beiden Spitzen ruht. Dafs bei Hrn. Paalzow's Apparate sich an der Berührungsstelle zwischen Träger und Wieger Funken zeigten, mag einerseits von dem stärkeren Strome (Hr. P. gebrauchte 4 Platinelemente), andererseits aber von dem leichteren Kohlenstücke herrühren, denn die Berührung kann auch dort wohl nie völlig unterbrochen gewesen seyn.

Es ist denkbar, dafs auch dann noch beim Trevelyan-Instrumente dauernde Schwingungen stattfinden können, wenn von den beiden Spitzen, welche den Wieger tragen, nur die eine bei eintretender Berührung erhitzt und ausgedehnt wird, während die andere unverändert bleibt. Die Hebung des Wiegers erfolgt dann nur einseitig, und die Kraft, welche die Bewegung unterhält, ist auf die Hälfte geschwunden. Man würde die Möglichkeit solcher Schwingungen durch Wärme mit einem Instrumente prüfen können, dessen Wieger der Länge nach getheilt ist, so dafs man vor dem Zusammensetzen nur die eine Hälfte erhitzen könnte. A. Seebeck gebrauchte ein solches Instrument, um zu zeigen, dafs die leitende Verbindung zwischen den Berührungspunkten nicht erforderlich sey. Der galvanische Strom läfst ohne eine solche Vorrichtung die Prüfung des Gesagten leicht zu. Isolirt man nämlich die beiden Spitzen

des Trägers gegeneinander, und leitet den Strom dann vom Wieger aus nur durch eine derselben, so ist die Forderung erfüllt. Ich habe dauernde Schwingungen dieser Art ziemlich leicht erhalten mit dem Kohlen-Wieger auf Platin und Eisen. Schwieriger gelang es mit dem Messing-Wieger auf Platin und ich erhielt sie nicht mit dem Stahl-Wieger auf Platin. Andere Combinationen habe ich nicht versucht. Bei dieser Anordnung des Versuchs wird der galvanische Strom natürlich abwechselnd unterbrochen und hergestellt; es zeigen sich an der betreffenden Berührungsstelle stets Funken und es wird dieselbe oxydirt. Darin liegt auch der Grund, weshalb die Schwingungen bei den wenigsten Metallen dauernd seyn können. Auch der Messing-Wieger kam nach einiger Zeit auf den Platinspitzen zur Ruhe, da dann die Oxydschicht zu dick wurde um noch gut zu leiten. Man erleichtert das Eintreten dieser Schwingungen, wenn man den Wieger so zur Seite rückt, dafs sein Schwerpunkt fast über der Trägerspitze liegt, durch welche der Strom nicht geht.

November 1858.

XII. Ueber den Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften und den Structurerhältnissen bei verschiedenen Holzarten;
von Prof. Knoblauch.

(Ein Vortrag in der naturforschenden Gesellschaft zu Halle; aus den Sitzungsberichten dieser Gesellschaft mitgetheilt vom Hrn. Verf.)

Der Vortragende war davon ausgegangen, die Unterschiede aufzusuchen, welche die *Wärmeleitung* der verschiedenen Hölzer darbietet, je nachdem sie parallel oder rechtwinklig gegen die Fasern stattfindet. Zu dem Ende hatte er die zu untersuchenden, in Platten geschnittenen Hölzer

senkrecht auf ihre Ebene durchbohrt und, nachdem sie mit einer möglichst gleichmäßigen Stearinschicht überzogen waren, von der Durchbohrungsstelle aus mittelst eines an die runde Oeffnung genau anschließenden (und überdiess während des Experiments darin beständig gedrehten) heißen Drahtes erwärmt. Auf solche Weise war die Stearinschicht um die Oeffnung geschmolzen, jedoch (wie sich vorhersehen liefs) nicht in concentrischen Kreisen, sondern in elliptischen Zonen, deren Längsaxen mit der jedesmaligen Faserrichtung zusammenfielen. Der unmittelbare Augenschein läfst schon die großen Unterschiede erkennen, welche die verschiedenen Hölzer (deren etwa 80 untersucht wurden) bei dieser Gelegenheit darbieten. Bei den einen sind die Ellipsen ziemlich rundlich, bei anderen schon länger gestreckt, bei noch anderen ist die Längsausdehnung der Ellipsen so bedeutend, daß sie die Queraxe fast um das Doppelte übertrifft. Nach dieser Ellipsenform, welche der graphische Ausdruck der Wärmeleitungsfähigkeit je nach den verschiedenen extremen Richtungen im Holze ist, liefsen sich vier Gruppen von Hölzern mit Sicherheit unterscheiden. Bei der ersten ist das Verhältniß der kurzen und der langen Axe der Ellipse durchschnittlich wie 1 : 1,25. Es gehören dahin: Acacie, Buchsbaum, Cypresse, Königsholz u. s. w. In der zweiten, bei Weitem zahlreichsten Gruppe, zu welcher Flieder, Nufsbaum, Ebenholz, Apfelbaum, mehrere Farbgehölzer u. s. w. zu rechnen sind, beträgt jenes Verhältniß im Mittel 1 : 1,45. Bei der dritten Gruppe, welcher Aprikosenholz, sibirischer Erbsenbaum, Fernambuc, Gelbholz von Puerto Cabello u. a. angehören, ist das Axenverhältniß wie 1 : 1,60; in der vierten etwa 1 : 1,80, wie beim Lindenholz, Tamarinde, Eisenholz, Pappel, Savanilla-Gelbholz u. s. w. *Die bei allen Hölzern längs der Faserrichtung im Maximo vorhandene Leitungsfähigkeit übertrifft also die rechtwinklig dagegen stattfindende nach der Natur des Holzes in sehr ungleicher Weise: in der ersten Gruppe so wenig, daß die Wärme in gleicher Zeit nur ein Viertel Weges mehr in der Faserrichtung als senkrecht darauf zu-*

rücklegt; in der letzten Gruppe so viel, daß die von der Wärme in jener Richtung durchlaufene Strecke etwa das Doppelte von der in dieser beträgt.

Um entsprechend die *Schallverhältnisse* untersuchen zu können, wurden von den betreffenden Hölzern Stäbe und zwar von jedem derselben zwei angefertigt, deren einer der Faserrichtung parallel (als sog. Langholz), der andere quer dagegen (als sog. Hirnholz) geschnitten war. Werden diese Stäbe (470 Millim. lang, 20 Millim. breit und 8 Millim. dick), frei gehalten, mit einem Klöppel angeschlagen, so giebt jedesmal die Langleiste einen klangreicheren Ton als die zugehörige Hirnleiste; doch ist unverkennbar der Klangunterschied zwischen den Tönen der Lang- und Hirnleiste eines und desselben Holzes (z. B. des Buchsbaumes) innerhalb der ersten oben bezeichneten Gruppe geringer als der beim Lang- und Hirnstabe irgend einer Holzart der zweiten Gruppe; dieser wieder geringer als der betreffende Klangunterschied zwischen den Tönen zusammen gehöriger Leisten der dritten Gruppe und der letztere wird wieder von dem in der vierten Gruppe (z. B. dem Klangunterschiede einer Lang- und Hirnleiste von Pappelholz) übertroffen. *Die Vollkommenheit des Klanges transversaler Schwingungen, welche bei allen Holzarten am größten ist, wenn ihre Fasern in Schwingungen versetzt werden, überwiegt also die bei andern Vibrationen derselben Hölzer, z. B. wenn sie rechtwinklig gegen die Fasern geschnitten sind, beobachtete nach der Natur des Holzes in sehr ungleicher Weise: bei der ersten Gruppe von Hölzern so wenig, daß die Klänge der Lang- und Hirnleiste denen zweier angeschlagener, wenig verschiedener Steinmassen vergleichbar sind; bei der letzten Gruppe so viel, daß der Klang der Langleiste an den eines tönenden Metalls, der stumpfe Ton der Hirnleiste aber an den einer angeschlagenen Pappe erinnert. Die aus dem Gesichtspunkte der Wärmeleitung aufgestellte Sonderung der untersuchten Hölzer wird durch ihr akustisches Verhalten bestätigt.*

Als Anhalt für die *Structureverhältnisse* der verschiede-

nen Hölzer konnte der Grad der Biegung dienen, welchen die bei der vorigen Versuchsreihe benutzten Stäbe zeigen, wenn sie, an beiden Enden unterstützt, in der Mitte auf gleiche Weise belastet werden. Denn je fester der innere Zusammenhang ihrer Theile ist, um so mehr Widerstand werden sie einer Krümmung entgegenstellen, während sie, je lockerer ihr Gefüge, jener um so leichter nachgeben werden. Als Maafs der Krümmung wurde der »Pfeil« des Bogens angenommen, welchen die ursprünglich geradlinigen Stäbe bei der Belastung bildeten. Ihn zu bestimmen, diente ein Fühlhebel, welcher die zu messende Gröfse an einer ausgedehnten Scale und darum mit um so gröfserer Genauigkeit ablesen liefs. Die Einheit dieses Maafses war gleichgültig, da es sich bei dem anzustellenden Vergleich nur um Verhältniszahlen handelte. Wenn zwar, wie zu vermuthen, in allen Fällen die Langleiste weniger biegsam war als die aus dem nämlichen Stamm geschnittene Hirnleiste, so machte sich doch in den verschiedenen Gruppen ein wesentlicher Unterschied bemerkbar. Dieser läfst sich am besten übersehen, wenn man das Verhältnifs zwischen dem Pfeil der Krümmung des Langholzes und dem der Krümmung des Hirnholzes berechnet, d. h. für eine stets gleiche Belastung der Hölzer (z. B. von 100 Grm.) die Angabe des Fühlhebels beim Langholz in die beim Hirnholz beobachtete dividirt. Dieses Verhältnifs (in der folgenden Tabelle als »Biegungsverhältnifs« bezeichnet) beträgt im Mittel für die erste Gruppe der Hölzer 1:5; für die zweite 1:8; für die dritte 1:9,5; für die vierte 1:14. Die Scheidung der Gruppen ¹⁾ bleibt also auch in dieser Hinsicht bestehen. *Der Unterschied in der Structur der Hölzer je nach verschiedenen Richtungen in denselben ist also in denjenigen Holzarten am geringsten, welche in Bezug auf Wärmevertheilung und Klangverhältnisse die gering-*

- 1) Die bei der Mannigfaltigkeit, welche die Natur selbst innerhalb einer und derselben Holzart sich gestattet, natürlich nicht in zu enge Gränzen eingeschlossen werden konnten und auch ohne eine weitere Gliederung in sich nicht zuliefen.

sten Unterschiede in Betreff derselben Richtungen darbieten, und mit ihm zugleich wachsen auch diese.

Es ist also ein bestimmter Zusammenhang zwischen den gedachten verschiedenen Erscheinungen an den Hölzern nachweisbar und zwar in dem Grade, daß die Kenntniß einer derselben, z. B. der mechanischen oder Cohäsions-Zustände, ausreicht, um andere, wie Wärme- und Klangverhältnisse, daraus abzuleiten.

So hatten, um nur ein Beispiel dieser Art anzuführen, besondere Versuche ergeben, daß auch bei versteinertem Holze ein Unterschied der Structur parallel und rechtwinklig gegen die Faserrichtung sich erhalten habe, und in der That war auch die Wärmecurve noch eine mit der langen Axe den Fasern gleichgerichtete Ellipse. Wie aber jener Unterschied des mechanischen Gefüges in dem verkieselten Exemplar sich gegen den im lebenden Holze bedeutend vermindert hatte, so zeigte sich auch das Axenverhältniß der Ellipse von etwa 1:1,80 bei der lebenden Conifere auf 1:1,12 bei der verkieselten reducirt.

Die nachfolgende Tabelle enthält die Namen der untersuchten Holzarten nach den besprochenen Gruppen geordnet.

I. Gruppe.

Verhältniß der Axen der Wärme-Ellipse 1:1,25.

Mittleres Biegungsverhältniß 1:5,0.

Acacie.

Buchsbaum.

Pockholz.

Cypresse.

Königsholz.

Satin.

Salisburia (Gingko).

II. Gruppe.

Verhältniß der Axen der Wärme-Ellipse 1:1,45

Mittleres Biegungsverhältniß 1:8,0.

Flieder.

Hollunder.

Weißdorn.

Lebensbaum.

St. Lucienholz.

Gymnocladus canadensis.

Nußbaum.

Buche (2 Expl.: weiß u. roth).

Platane.

Rüster (Ulme).

Eiche (2 Exemplare).	Anghica.
Esche.	Gateado.
Ahorn.	Camagon.
Amerikanischer Ahorn.	Apfelbaum.
Ceder vom Libanon.	Birnbaum.
Australische Ceder.	Kirschbaum.
Mahagoni.	Pflaumbaum.
Polixander (Jacaranda) (2 Ex.).	Sandel-Rothholz.
Ebenholz.	Caliatur "
Palme.	Costarica "
Rosenholz.	Bimas Sappan.
Schlangenhholz.	Cuba-Gelbholz.
Zebraholz.	Viset "
Amarant.	Campeche-Blauholz.
Setten.	Tabasco "
Coromandel-Holz.	Domingo "

III. Gruppe.

Verhältniß der Axen der Wärme-Ellipse 1 : 1,60.

Mittleres Biegungsverhältniß 1 : 9,5.

Aprikose.	Fernambuc-Rothholz.
Pimpermufs.	Japan "
Sibirischer Erbsenbaum.	Puerto Cabello-Gelbholz.

IV. Gruppe.

Verhältniß der Axen der Wärme-Ellipse 1 : 1,80.

Mittleres Biegungsverhältniß 1 : 14,0.

Weide (2 Exemplare).	Weymouthskiefer.
Kastanie (3 Exemplare).	Magnolia.
Linde.	Eisenholz.
Erle (Else).	Tamarinde.
Birke.	Palmassu.
Pappel (3 Exemplare).	Kistenholz.
Espe.	Zuckerkistenholz.
Fichte.	Savanilla-Gelbholz.
Kiefer.	

Namenregister zum Jahrgang 1858.

(Die Bände 103, 104, 105 sind durch III, IV, V bezeichnet.)

A.

Arndtsen, A. — Ueb. den galvan. Widerstand d. Metalle b. verschiedn. Temperaturen IV, 1. — Akustische Notiz IV, 496 — Ueb. d. Leitungswiderstand d. Nickels V, 148. — Ueb. d. circulare Polarisation d. Lichts V, 312.

B.

Baeyer, J. J. Ueb. d. Bahnlinien d. Winde auf d. sphäroid. Erde IV, 377.

Bauschinger, J. Von d. Vertheilungscoefficienten IV, 58. — Siehe Knochenhauer.

Beetz, W. Einige Bemerkk. über d. elektromotor. Gesetz IV, 305. — Ueb. das Entstehen und Verschwind. d. Magnetismus in Elektromagneten V, 397.

Bergemann, C. Bemerkk. über phosphorsaur. Kupferoxyd IV, 190. — Ueb. d. feldspathartige Gestein d. Zirkonsyenits V, 118.

Bleekerode, Ueb. das Platinerz von Borneo, III, 656.

Blum, R. Natrolith in Pseudomorphosen nach Oligoklas u. Nephelin V, 133.

Blum, R. u. Carius, C. Ueb. e. Pseudomorphose von amorphem Quarz nach Coelestin III, 628.

Böttger, R. Ueb. d. bei d. Elektrolyse d. Antimonchlorids an d. Kathode sich ausscheidende Metall IV, 292.

Bois-Reymond, P. Ueb. d. Erscheinungen, welche d. Ausbreitung von Flüssigkeiten auf Flüssigkeiten hervorruft IV, 193.

Bosscha, J. Ueb. d. mechanische Theorie d. Elektrolyse III, 487 u. V, 396. — Ueb. einige Eigenschaften d. linear. Verzweigung galvanisch. Ströme IV, 460.

Brunner, C. sen. Neuere Beob. üb. d. Darstell. d. Mangans III, 139. — Leichte Bereitungsart v. vollkomm. rein. Platinmohr V, 496.

Buijs-Ballot, Ueb. d. Art v. Bewegung, welche wir Wärme nennen III, 240.

Burg, P. van der, Ueb. d. Art, Klangfiguren hervorzubringen und Bemerkk. üb. longitudinale Schwingung. III, 620.

C.

Carius s. Blum.

Christie, H. Einige diamagnet. Versuche III, 577.

Clausius, R. Erwiedr. auf e. Bemerkk. von Hittorf III, 525. — Ueb. d. Natur d. Ozons III, 644.

— Ueb. d. Zunahme d. elektr. Leitungswiderstands d. einfach. Metalle mit d. Temp. IV, 650. — Ueb. d. mittl. Länge d. Wege,

welche bei d. Molecularbeweg. gasförm. Körper von d. einzeln. Moleculen zurückgelegt werden, nebst andr. Bemerkk. über d. mechan. Wärmetheorie V, 239.

D.

Dauber, Untersuch. an Mineralien d. Samml. des Dr. Krantz III, 107.

Dellmann, F. Ueb. d. elektr. Zustand d. Gewitter- u. Regenwolken III, 166.

Dove, H. W. Ueb. d. Unterschied. d. prismat. Spectra d. am positiv. u. negativ. Pol. im luftleer. Raum hervortretend. elektr. Lichts IV. 184. — Ueb. d. Einfl. d. Binocularsehens b. Beurtheil. d. Entfern. durch Spiegeln u. Brechung gehener Gegenstände IV. 325. — Die diesjähr. Ueberschwemm. in Schlesien u. am Harz u. ihre Ursachen V. 490.

Drion, C. Ueb. d. Ausdehnbar. der über ihren Siedpunkt erhitzt. Flüssigkeiten V. 158.

Dürre, Ueb. d. Osteolith aus d. Kratzerberg b. Friedland V. 155.

Dub, J. Ueb. d. Beziehungen des im Eisenkern d. Elektromagnete erregt. Magnetism. zu d. Dimensionen d. Magnetkerns IV. 234. — Ueber d. Abhängigk. d. Tragkraft von d. Grösse d. Berührungsfläche zwisch. Magnet u. Anker V. 49.

E.

Eichhorn, H. Ueb. die Einwirk. verdünnt. Salzlösungen auf Silicate V. 126.

Eisenlohr, F. Ueb. d. Verhältn. d. Schwingungsricht. d. Lichts zur Polarisationsebene u. die Bestimm. dieses Verhältn. durch d. Beugung IV. 337. — Ableit. d. Formeln für d. Intensit. des an d. Oberfläche isotrop. Mittel gespiegelten, gebrochenen u. gebeugt. Lichts IV. 346. — Entgegn. auf e. Bemerk. von Hoppe IV. 653.

Emsmann, H. Ueb. d. Entsteh. d. Tons beim Brummkreis IV. 490. — Ein Vorschlag z. Steuerung d. Luftballons IV. 658.

Encke, Täg. Max. d. magnet. Declinat. zu Berlin III. 56.

F.

Feddersen, B. W. Beiträge zur Kenntniss d. elektr. Funkens III. 69.

Feilitzsch, O. v. Magnet. Rotationen unter Einflufs e. Stromleiters von unveränderl. Gestalt V. 535.

G.

Gallenkamp, W. Ueb. e. elektr. Meteor. III. 173.

Gerling, G. L. Darstell. aller Polarisationsbeweg. u. einer zweit. Wellenbeweg. durch Zusammensetzung zweier Schraubenbeweg. nebst Nachricht von e. Apparat dazu V. 175.

Gore, G. Ueb. d. Molecular-Eigenschaften d. Antimons, III. 486.

Groshans, J. Ueb. d. Verhältn. zwisch. d. Spannungen u. Temperaturen d. Dämpfe IV. 651.

Grüel, C. A. Ueb. d. Interferenz zweier Stimmgabeln IV. 494.

H.

Hajech, C. Ueb. d. Brechung d. Schalls III. 163.

Hallmann, Ueb. s. Theorie der Temperaturverhältn. der Quellen IV. 640.

Hankel, W. G. Ueb. d. Mess. d. atmosphär. Elektr. nach absolut. Maafs IV. 209. — Ueb. d. Electricitäts-Erreg. zwisch. Metallen u. erhitzt. Salzen IV. 612.

Heintz, W. Einfach. Gasapparat zu organ. Analysen u. zum Glühen v. Röhren III. 142. — Beiträge z. Kenntn. d. Zuckersäure u. ihrer Verbind. V. 211.

Heintz, W. u. Wislicenus, Ueb. ein basisches Zersetzungsproduct des Aldehyd-Ammoniaks V. 577.

Heschl, Ueb. d. seitl. Verschieb. d. Bildes im Mikroskop bei schiefer Beleucht. V. 295.

Heussi, J. Ueb. e. Verbesser. an d. Repetitionstheolithen u. d. Nivellir-Instrumenten IV. 443.

Hittorf, W. Rechtfertig. seiner Mittheilungen: Ueb. d. Wanderungen d. Ionen; Elektrolyse e. Lösung zweier Salze III. 1. — Siehe Clausius.

Hörnes, M. Ueb. d. Meteorsteinfall zu Ohaba in Siebenbürg. V. 334.

Hoppe, R. Ueb. d. Beweg. u. Beschaffenh. d. Atome IV. 279. — Siehe Eisenlohr.

J.

Jenzsch, G. Ueb. d. Verhalt. d. Lithions in d. Silicat-Analyse bei gleichzeitig. Gegenwart v. Kali IV. 102. — Die krystallisirte Kieselerde ist dimorph V. 320. — Neubild. Sanidin-Krystalle in Folge v. Gesteins-Verwitterung V. 618.

K.

Kenngott, A. Bemerkk. über d. Tyrit IV. 330.

Kirchhoff, G. Ueb. e. Satz der mechan. Wärmetheorie u. einige Anwendd. desselben III. 177. — Bemerk. üb. d. Spann. d. Wasserdampfs bei Temperatt., die dem Eispunkte nahe sind III. 206. — Ueb. d. Spann. d. Dampfs v. Mischungen aus Wasser u. Schwefelsäure IV. 612. — Siehe Wüllner.

Knoblauch, H. Ueb. d. Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigensch. u. den Structurverhältnissen b. verschiedn. Holzarten V. 623.

Knochenhauer, K. W. Notiz üb. d. elektr. Funken IV. 643. — Reklamat. gegen Bauschinger IV. 654.

Koene, C. J. Ueb. d. Constitut. d. Unterschwefelsäure III. 171.

Kokscharow, N. v. Ueb. d. Euclas vom Ural III. 347.

Kremers, P. Ueb. d. Modificat. d. mittl. Löslichk. einiger Salz-atome u. des mittl. Volums dieser Lösungen III. 57 u. IV. 133. — Ueb. d. Aenderungen, welche die Modificat. d. mittl. Volums einiger Salzlösungen durch Aendr. d. Temp. erleidet V. 360.

L.

Lang, V. v. Zur Ermittl. d. Constanten d. transversal. Schwingg. elastischer Stäbe III. 624.

Lose, L. Ueb. d. tägl. Schwankungen d. Windes IV. 449.

M.

Magnus, G. Ueb. directe u. indirecte Zersetz. durch d. galvan. Strom IV. 553.

Masson, B. Schallgeschwindigk. in d. Metallen III. 272.

Matthiessen, A. Ueb. d. thermoelekt. Spannungsreihe III. 412. — Ueb. d. elektr. Leitungsfähigk. d. Metalle III. 428.

Meister, Beob. der Bodentemp. in Freising IV. 335. — Ueb. das spec. Gew. d. Eises IV. 657.

Meyer, L. Ueber d. Einfluss d. Drucks auf d. chemische Affinität IV. 189.

Mousson, A. Einige Thatsachen betreffend das Schmelzen u. Gefrieren d. Wassers V. 161.

Müller, J. (Wesel), Abnahme d. Elektricitätsleit. in Metallen bei starker Temperatur-Erhöhung III. 176.

Müller, J. (Freiburg), Intermittirende Fluorescenz IV. 649. — Untersuchung über d. thermischen Wirkungen des Sonnenspectrums V. 337. — Wellenlänge u. Brechungsexponent d. äusserst. dunkl. Wärmestrah. d. Sonnenspectrums V. 543. — Versuch. üb. Elektromagnetism. V. 547.

O.

Oesten, F. Ueb. Trenn. d. Tantalsäure von d. Säuren in d. Columbitten III. 148.

Osann, G. Ueb. einige Bewegungserscheinungen innerhalb der geschloss. galvan. Kette IV. 616.

P.

Paalzow, A. Ueber einige Beugungserscheinungen innerhalb der geschloss. galvan. Kette IV. 413.

Pfaff, F. Untersuch. üb. d. Ausdehn. d. Krystalle durch d. Wärme IV. 171.

Plücker, Ueb. d. Einwirk. d. Magnets auf d. elektr. Entladungen in verdünnten Gasen III. 88 u. 151.

IV, 113. — Ueb. ein. neuen Gesichtspunkt, die Einwirk. d. Magnets auf d. elektr. Strom betreffend IV, 622. — Fortgesetzte Beobachtungen üb. d. elektr. Entladung V. 67.

Q.

Quincke, G., Ueb. d. Capillari-
tätscnstanten d. Quecksilb. V. 1.

R.

Rammelsberg, C., Ueb. d. krystallograph. u. chem. Beziehungen von Augit u. Hornblende, sowie von verwandt. Min. III. 273 und 435. — Ueb. d. Zusammensetz. d. Titanisens, sowie d. rhomboëdr. u. octaëdr. krystallisirt. Eisenoxyde überhaupt IV. 497. — Ueb. d. Zusammensetz. d. Analcims V. 317. — Siehe Scheerer.

Rath, G. vom, Ueb. d. Wetter-
säule, welche am 10. Juni 1858 oberhalb Königswinter zwei Mal über d. Rhein ging IV, 631.

Reichenbach, K. v., Ueb. die Rinde d. meteorisch. Eisenmass. III. 637. — Ueb. d. Rinde d. Meteorsteine IV. 473. — Die Meteoriten u. d. Kometen nach ihren gegenseit. Beziehungen V. 438. — Ueb. d. Anzahl d. Meteoriten u. Betracht. üb. ihre Rolle im Weltgebäude V. 551.

Reifshaus, Th., Ueb. d. hydraul. Druck v. Wasser, welches zwisch. zwei Platten unter Wasser auströmt IV. 404.

Riefs, P., Elektroskop. Wirk. d. Geißler'schen Röhren IV. 321. — Ueb. einen elektr. Influenzversuch V. 486.

Rive, A. de la, Ueb. d. Rotation d. elektr. Lichts um d. Pole eines Elektromagnets IV. 129.

Rollmann, W., Das Trevelyan-Instrument bewegt durch den galvanischen Strom V. 620.

Rose, G., Ueb. d. Leucit v. Kaiserstuhl III. 521.

Rose, H., Ueb. die Lichterschei-

nung, welche gewisse Substanzen beim Erhitzen zeigen III, 311. — Ueb. d. Zusammensetz. d. in der Natur vorkomm. tantsäurehaltig. Mineralien IV. 85. — Ueb. das Niob IV. 310 u. 432. — Ueb. d. Niobfluorid IV. 581. — Ueb. d. Lösungen d. Manganoxysalze V. 289. — Ueb. d. Schwefelniob V. 424. — Ueb. d. isomeren Zustände d. Zinnoxys u. üb. d. Verhalten desselben u. d. anderen elektro-negativ. Metalloxyde in ihrer chlorwasserstoffsäuren Lösung V. 564. Roth, siehe Hallmann.

S.

Salm-Horstmar, Fürst, Ueb. d. unter gewiss. Umständ. gelb fluorescirende Auflös. von Fraxin III. 652. — Ueb. e. auffallende Lichterschei. b. total. Reflex. d. Wolkenlichts nach Sonnen-Untergang IV, 647.

Sandberger, F., Ueb. d. Carminspath III. 345. — Ueb. d. Antimonkupfernickel III, 526. — Brochantit aus Nassau V. 614,

Sausse, Nachr. üb. eine Feuerkugel IV, 655.

Schaffgotsch, F. Graf v., Ein alter Versuch in neuem Gewande III. 349. — Ein Vorschlag z. Scheid. der Talkerde von Natron u. von Kalk IV. 482.

Scheerer, Th., Einige Bemerkk. üb. d. chem. Constitution d. Amphibole u. Augite, besonders in Bezug auf Rammelsberg's neueste Analysen V. 598.

Schering, E., Zur mathemat. Theorie elektr. Ströme IV, 266.

Schnabel, C., Analyt. mineralog. Mittheilungen V, 144.

Schönbein, C. F., Ueb. d. Entbläuung d. Indigolösung durch saure Sulfite IV. 300. — Fortgesetzte Untersuch. üb. d. Sauerstoff V, 258.

Schröder, H., Ueb. e. opt. Inversion bei Betracht. verkehrter, durch opt. Vorrichtungen entworfener physisch. Bilder V, 298.

Simmler, Th., Versuch e. Interpretation der v. Brewster in Mineralien entdeckten, sehr expansibl. Flüssigk. V. 460. — Ueb. d. Problem d. Diamantbildung V. 466.
 Söchting, E., Gediegen Kupfer isomorph nach Aragonit IV. 332.

T.

Török, J. v., Ueb. d. Kaba-Debrezin-Meteorit V. 329.
 Traube, M., Zur Theorie d. Gährungs- u. Verwesungs-Erscheinungen, wie d. Fermente überhaupt III. 331.
 Tyndall, J., Ueb. einige phys. Eigenschaften d. Eises III. 157.

U.

Uhrlaub, E., Die Verbindd. des Vanadins mit Stickstoff III. 134.

W.

Weber, R., Ueb. Jod- u. Brom-Aluminium III. 259. — Ueb. das Chloraluminium III. 269. — Ueb. d. Verbindd. d. Chloraluminium mit d. Chloriden d. Schwefels, Selen u. Tellurs IV. 421.

Weiske, A., Die Ueberführ. des Chlors bei d. Elektrolyse seiner Verbindd. mit d. Alkalien u. alkalischen Erden III. 466.

Wiedemann, G., Ueb. d. Beziehungen zwisch Magnetism., Wärme u. Torsion III. 563. — Bemerkk. zu sein. elektrol. Untersuchungen IV. 162.

Wild, H., Ueb. d. thermo-elekt. Ströme u. d. Spannungsgesetze bei d. Elektrolyten III. 353.

Wislicenus siehe Heintz.

Wüllner, A., Versuche über die Spannkraft d. Wasserdampfs aus wässr. Salzlösungen, III. 529. — Versuche üb. d. Spannkraft der Dämpfe aus Lösungen von Salzgemischen V. 85. — Einige Bemerkk. zu Kirchhoff's Aufsatz: Ueb. die Spannkraft des Dampfes aus Misch. von Wasser u. Schwefelsäure V. 478.

Z.

Zech, P., Ueb. d. innere konische Refraction IV. 188.

Zeiss, C., Ueb. e. Erschein. in Mikroskopen bei schief. Beleucht. d. Objecte III. 654.

Berichtigungen.

Zum Aufsatz von H. Dauber Bd. CIII.

- S. 107 Z. 2 v. u. statt: einer lies: eines
- S. 110 Z. 7 v. o. statt: noch lies: auch
- S. 111 Z. 1 v. o. statt: Einzelheiten lies: Einzelwerthen
- S. 112 Z. 8 v. o. statt: $\beta = 86^{\circ} 45' 58'', 2$ lies: $\beta = 85^{\circ} 45' 58'', 2$
- S. 113 Z. 18 v. o. (rechts) statt: 69 14 20 lies: 69 15 20
- S. 114 Z. 3 v. o. statt: sind vielmehr lies: vielmehr
- » Z. 9 v. o. statt: dem Krystallisationsprocesse lies: den Krystallisationsproceß
- S. 115 Z. 5 v. o. statt: Temperaturen lies: Temperatur
- » Z. 12 v. o. statt: von zehn lies: die Resultate von zehn
- S. 116 Z. 2 v. u. statt: K. K. Reichsanstalt lies: K. K. geol. Reichsanstalt
- » Z. 3 v. u. statt: der Jahrb. lies: das Jahrb.
- S. 121 Z. 13 v. o. statt: 53 21 lies: 53 51
- » Z. 3 v. u. statt: m''' lies: m''
- S. 122 Z. 16 v. o. statt: $ac = 80^{\circ} 51' 0'', 0$ lies: $ac = 89^{\circ} 51' 0'', 0$
- » Z. 13 v. u. statt: wozu die lies: wozu ihre
- » Z. 5 v. u. statt: dieser Resultate lies: dieses Resultats
- S. 127 Z. 16 v. u. statt: 50 50 14 lies: 50 55 14
- » Z. 2 v. u. statt: 0,5410 lies: 5,5410
- S. 128 Z. 3 v. o. statt: 6,5891 lies: 5,5891
- » Z. 5 v. o. statt: 22 52 51 lies: 22 52 21
- » Z. 12 v. u. statt: $\psi'' \gamma''$ lies: $\varphi'' \gamma''$
- S. 129 Z. 3 v. o. statt: 52 21 9 lies: 53 21 9
- S. 130 Z. 4 v. o. statt: $T. 6. td'$ lies: $T. 7. td'$
- S. 131 Z. 17 v. u. statt: $K_3 - k_1$ lies: $K_1 - k_1$
- » Z. 16 v. u. statt: $K_3 - k_1$ lies: $K_2 - k_2$
- » Z. 1 v. u. statt: verkürzen lies: verbürgen
- Nach Zeile 14 von oben auf Seite 126 ist einzuschalten: Taf. 8.
- » » 13 » » » 130 » » Taf. 9.

Zum Aufsatz von F. Eisenlohr Bd. CIV.

- S. 343 Z. 13 v. o. statt: erfolgt lies: erfolgen
 » Z. 16 v. o. statt: steht lies: stehen
 S. 346 Z. 12 v. u. statt: zu der letzteren lies: zu letzteren
 S. 349 Z. 10 v. u. statt: ζ, ξ_1, ξ' lies: ζ, ζ_1, ζ'
 S. 351 Z. 11 v. u. statt: $\frac{b\sqrt{-1}}{b}$ lies: $\frac{b\sqrt{-1}}{a}$
 S. 354 Z. 14 v. u. setze «oder dafs» nach «Progression wächst»
 S. 355 Z. 6 v. o. statt: λ_μ^3 und λ'^3 lies: l_μ^3 und l'^3
 S. 360 Z. 8 v. o. statt: Ausspruch lies: Anspruch
 » Z. 13 v. u. statt: dichten lies: dichten
 S. 364 Z. 10 v. o. statt: α lies: α'
 » Z. 4 v. u. statt: senkrecht zur lies: in der
 S. 371 letzte Zeile statt: $\frac{l}{\sqrt{-1}}$ und $\frac{e}{\vartheta \cos \alpha}$ lies: $\frac{1}{\sqrt{-1}}$ und $\frac{e}{\vartheta \cos \alpha}$
 S. 372 Z. 15 v. o. statt: $\frac{J^2}{I}$ lies: $\frac{J^2}{I^2}$

Zum Aufsatz von Paalzow Bd. CIV.

- S. 420 Z. 9 v. u. statt: oxydirend lies: desoxydirend

Zum Aufsatz von F. Schaffgotsch Bd. CIV.

- S. 482 Z. 15 v. u. statt: erden- lies: erde-
 S. 483 Z. 13 v. u. statt: aber lies: eben
 » Z. 4 v. u. statt: + lies: =
 S. 485 Z. 3 v. o. statt: 229 lies: 227
 » Z. 14 v. u. statt: jenem lies: jenen
 » Z. 13 v. u. statt: diesem lies: diesen
 S. 487 Z. 15 v. u. statt: dampfte Talkerde lies: dampft. Talkerde
 Ausserdem überall Reagens statt Reagenz, und Proc. überall zu streichen.

Zum Aufsatz von Gerling Bd. CV.

- S. 176 Z. 2 v. o. statt: und jede lies: jede
 S. 178 Z. 8 v. u. statt: $\sin w -$ lies: $\sin w +$
 S. 179 Z. 10 v. o. statt: der lies: den
 » Z. 1 und 2 v. u. statt: $(\frac{1}{2}x + 45^\circ)$ lies: $(x + 45^\circ)$

- S. 187 Z. 12 v. o. statt: einer lies: eine
 S. 190 Z. 12 v. u. statt: einen lies: einem
 S. 191 Z. 2 v. u. statt: rechtläufig lies: rückläufig
 » Z. 1 v. u. statt: rückläufig lies: rechtläufig
 S. 194 Z. 19 v. o. statt: letzterer lies: letztere
 S. 195 Z. 8 v. o. statt: der lies: des
 » Z. 1 v. u. statt: Projectionen lies: Projection
 S. 198 Z. 19 v. o. statt: $-\sqrt{2}$ lies: $-\sqrt{2} . e$
 S. 200 Z. 2 v. o. statt: $\frac{dz}{ydz}$ lies: $\frac{dx}{ydz}$
 » Z. 7 v. u. statt: den lies: dem
 S. 201 Z. 3 v. o. statt: längen lies: bergen
 » Z. 16 v. o. statt: annimmt lies: einnimmt
 S. 204 Z. 17 v. o. statt: über lies: von dem über
 S. 210 Z. 12 v. o. statt: des Dreiecks lies: der Dreiecke

Sprachliche Bemerkung.

Ueber die Declination des Worts *Magnet* herrscht unter den Physikern einige Unklarheit:

Die meisten decliniren:

Der Magnet
Des Magneten
Dem Magneten
Den Magneten

Andere dagegen:

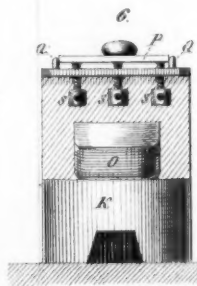
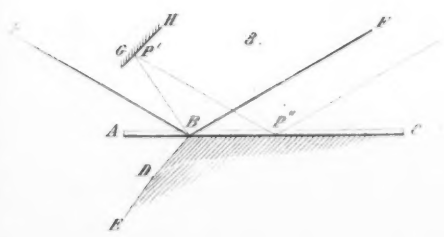
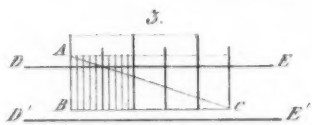
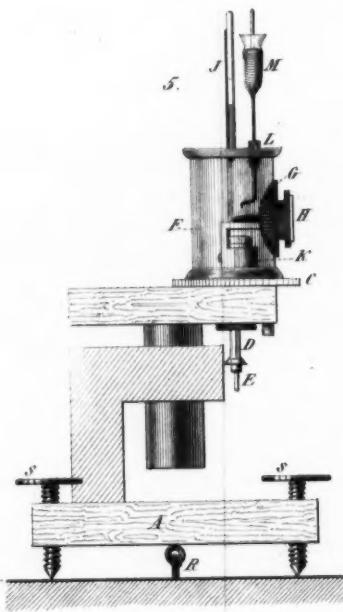
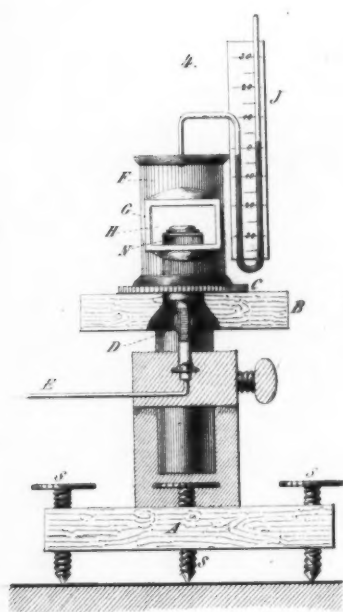
Der Magnet
Des Magnets
Dem Magnete
Den Magnete

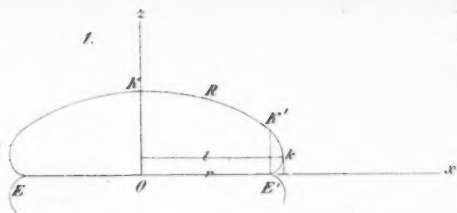
Was ist richtig? Das hängt lediglich davon ab, ob man im Nominativ Pluralis zu sagen habe: *Die Magneten* oder *die Magnete*. Darüber kann aber kein Zweifel obwalten. Jedermann sagt: *die Magnete*. Und daher muß es auch im Singular heißen: *des Magnets* u. s. w., ganz analog wie es heißt: *die Elemente* und *des Elements*, nicht aber *des Elementen*.

P.

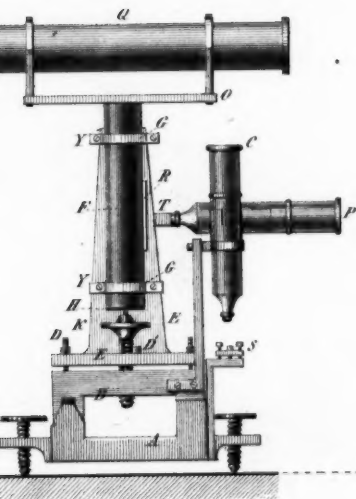
sichern

hinativ
kann
daher
og wie
ten.
P.

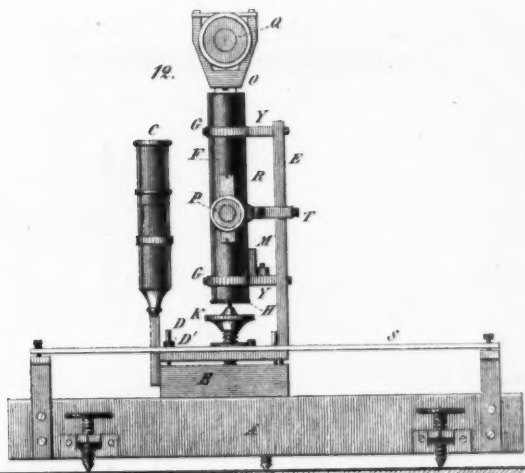




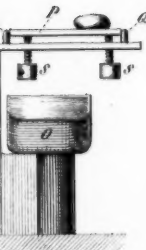
11.



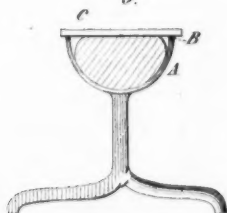
12.



7.



9.



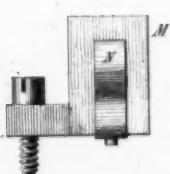
10.

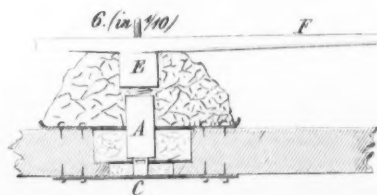
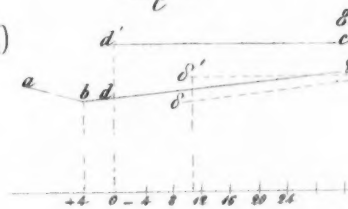
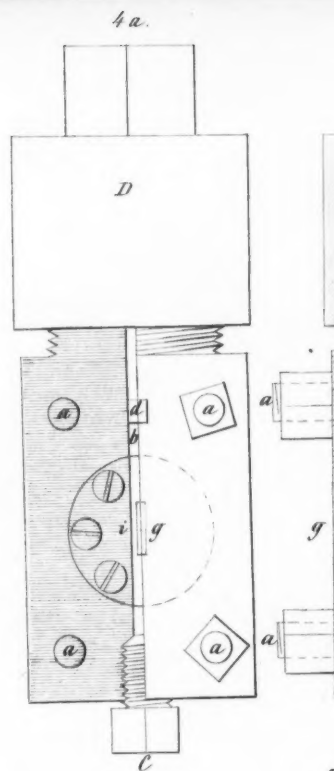
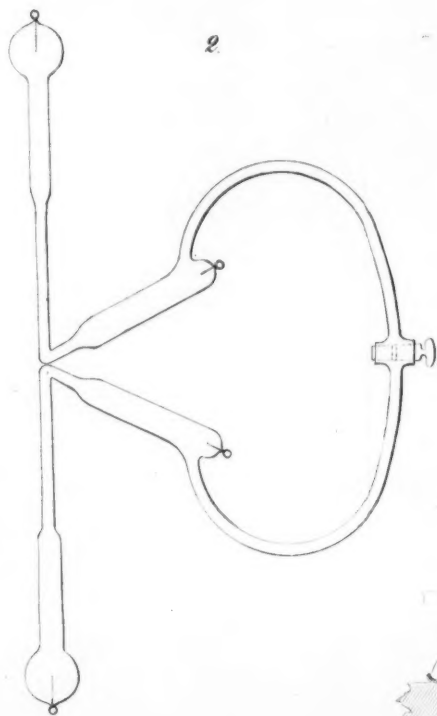
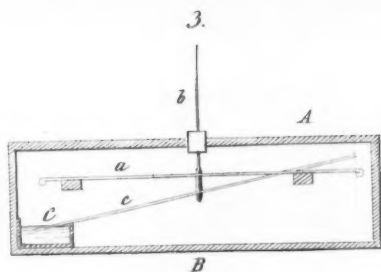
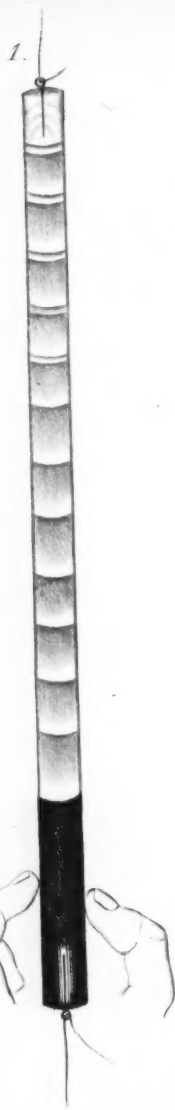


13.



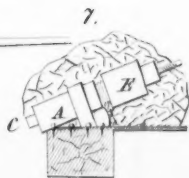
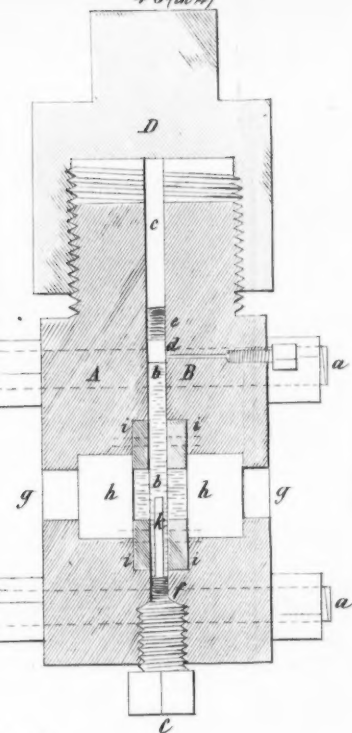
14.





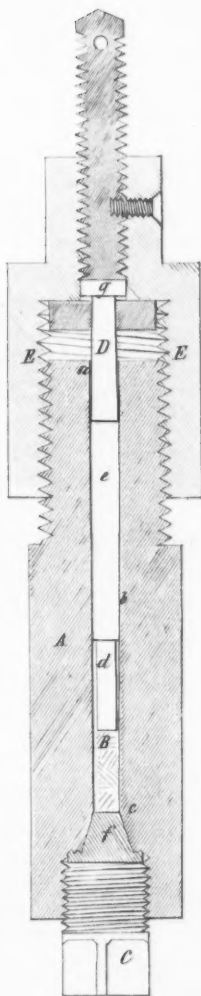
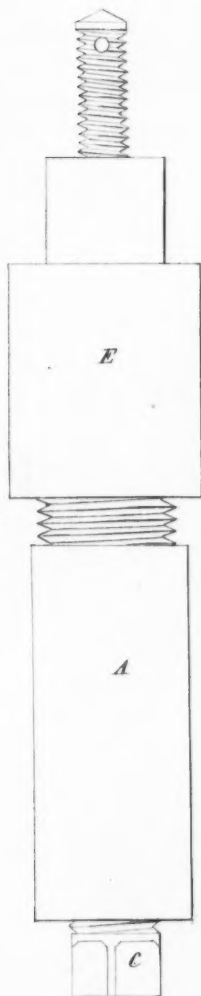
4 b. (in $\frac{1}{2}$)

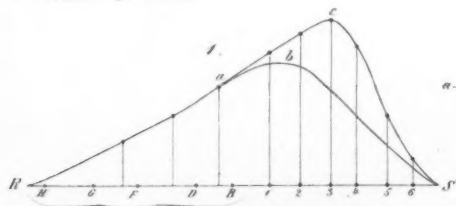
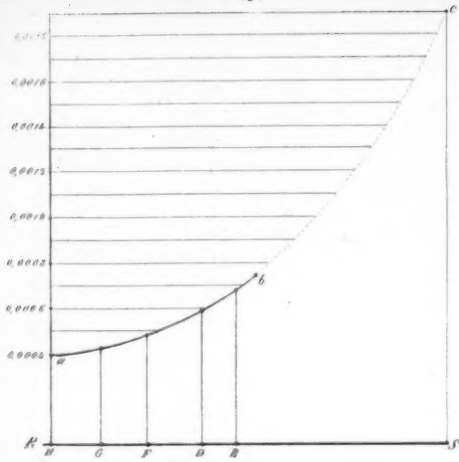
Taf. II.



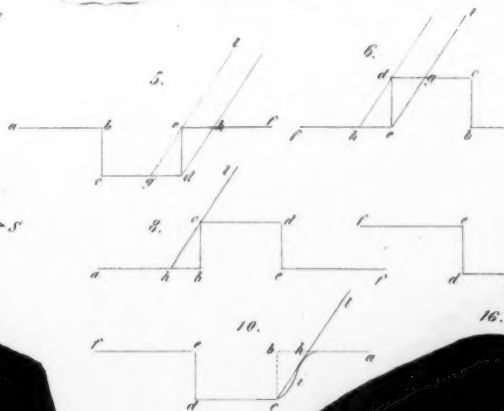
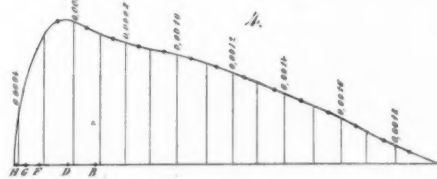
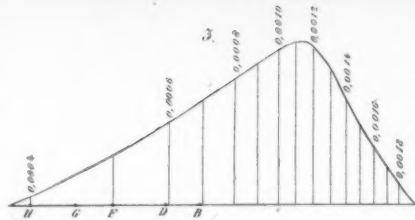
5 a.

5 b. (in $\frac{1}{2}$)





17.



16.

